



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA:

“ANÁLISIS DEL ASERRÍN COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA DE AUTOS MONSTER WASH UBICADA EN EL CANTÓN AMBATO”

AUTOR: GUAMAN QUINALOA DANIEL PATRICIO

TUTOR: ING. MG. LENIN MALDONADO

Ambato – Ecuador

2017

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo Ing. Lenin Maldonado, certifico que el presente trabajo experimental bajo el tema **“ANÁLISIS DEL ASERRÍN COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA DE AUTOS “MONSTER WASH” UBICADA EN EL CANTÓN AMBATO”**, realizado por el señor Daniel Patricio Guaman Quinaloa, Egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato, se desarrolló bajo mi inspección, supervisión y tutoría, siendo un trabajo elaborado de manera personal.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ambato, Octubre de 2017

Ing. Mg. Lenin Maldonado

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO

Yo, Daniel Patricio Guaman Quinaloa, con C.I. 1804726303, Egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato, certifico que el contenido y criterios expresados en el trabajo experimental: **“ANÁLISIS DEL ASERRÍN COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA DE AUTOS “MONSTER WASH” UBICADA EN EL CANTÓN AMBATO”**, son de mi completa autoría a excepción de las citas bibliográficas.

Ambato, Octubre de 2017

Daniel Patricio Guaman Quinaloa

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este trabajo experimental o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi trabajo experimental con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este trabajo de titulación dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, Octubre de 2017

Daniel Patricio Guaman Quinaloa

AUTOR

IV

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de calificación de grado aprueban el Trabajo Experimental, sobre el tema: **“ANÁLISIS DEL ASERRÍN COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA DE AUTOS “MONSTER WASH” UBICADA EN EL CANTÓN AMBATO”**, realizado por Daniel Patricio Guaman Quinaloa, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Noviembre de 2017

Para su constancia firman:

Ing. Mg. Eduardo Paredes

PROFESO CALIFICADOR

Ing. Mg. Jorge Guevara

PROFESOR CALIFICADOR

DEDICATORIA

El presente trabajo se los dedico de manera más especial a mis padres Daniel y Luz, por brindarme siempre ese apoyo incondicional en todo momento, por su esfuerzo y perseverancia me han permitido cumplir cada uno de mis objetivos que me he propuesto.

A mis hermanos David, Alvaro, Alex y Marisol, por brindarme esas palabras de aliento para seguir adelante y principalmente por confiar en mí.

De manera especial a Belen, quien, con su paciencia y amor incondicional, ha estado conmigo durante todo este tiempo, brindándome su ayuda y apoyo constante.

A toda mi familia, que es lo mejor y valioso que dios me ha dado y por cada consejo que siempre me brindan en todo momento.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres por toda la confianza depositada en mí, por los valores inculcados y la enseñanza que con esfuerzo y constancia todo se consigue, y por brindarme ese apoyo necesario para alcanzar mis metas.

A mis hermanos, por brindarme consejos y palabras de aliento, para seguir adelante y cada día ser una mejor persona.

A mi novia, por ser mi compañía en esta etapa y por estar siempre presente con su apoyo incondicional.

A toda mi familia, gracias por cada consejo y por cada una de sus palabras de aliento.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PAGINAS PRELIMINARES

| | |
|--|------|
| CERTIFICACIÓN | II |
| AUTORÍA DEL TRABAJO | III |
| DERECHOS DE AUTO | IV |
| APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO | V |
| DEDICATORIA | VI |
| AGRADECIMIENTO | VII |
| ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS | VIII |
| RESUMEN EJECUTIVO | XV |

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

| | |
|--|---|
| 1.1. TEMA | 1 |
| 1.2. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS | 1 |
| 1.3. JUSTIFICACIÓN | 4 |
| 1.4. OBJETIVOS | 5 |
| 1.4.1. OBJETIVO GENERAL | 5 |
| 1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 5 |

CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN

| | |
|-----------------------------------|---|
| 2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA | 6 |
| 2.1.1. El Agua..... | 6 |
| 2.1.2. Aguas Residuales | 7 |

| | |
|---|----|
| 2.1.3. Efluentes Contaminantes | 7 |
| 2.1.4. Características Físico-Químicas del Agua Residual | 7 |
| 2.1.5. Límites de descarga al sistema de alcantarillado publico | 7 |
| 2.1.6. Aceites y Grasas | 8 |
| 2.1.7. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅) | 8 |
| 2.1.8. Demanda Química de Oxígeno (DQO) | 9 |
| 2.1.9. Sólidos Suspendedos Totales | 9 |
| 2.1.10. Sólidos Totales | 9 |
| 2.1.11. Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH) | 9 |
| 2.1.12. Potencial de Hidrógeno (PH) | 10 |
| 2.1.13. Filtración | 10 |
| 2.1.14. Procesos de Filtración de Agua Residual | 10 |
| 2.1.14.1 Procesos Físicos | 10 |
| 2.1.14.2 Procesos Químicos | 11 |
| 2.1.15. Proceso de Adsorción | 12 |
| 2.1.16. Filtración Lenta | 12 |
| 2.1.17. Medio Filtrante | 13 |
| 2.1.18. Aserrín | 13 |
| 2.1.18.1 Características del Aserrín..... | 14 |
| 2.1.18.2 Propiedades del Aserrín..... | 14 |
| 2.2 HIPÓTESIS | 15 |
| 2.3 SEÑALAMIENTO DE LAS VARIABLES DE LA HIPÓTESIS | 15 |
| 2.3.1. Variable Independiente | 15 |
| 2.3.2. Variable Dependiente | 15 |

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

| | |
|---|----|
| 3.1. Nivel o Tipo de Investigación | 16 |
| 3.1.1. Investigación Exploratoria..... | 16 |
| 3.1.2. Investigación Descriptiva..... | 16 |
| 3.1.3. Investigación de Laboratorio..... | 16 |
| 3.2. Población y Muestra..... | 17 |
| 3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES | 18 |
| 3.3.1 Variable Independiente | 18 |
| 3.3.2 Variable Dependiente | 19 |
| 3.4. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN | 20 |
| 3.5. PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS..... | 21 |
| 3.5.1. Plan de Procesamiento de la Información..... | 21 |
| 3.5.2 Plan de Procesamiento y Análisis..... | 21 |

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

| | |
|---|----|
| 4.1. RECOLECCIÓN DE DATOS | 23 |
| 4.1.1. Datos para el Caudal del Filtro..... | 23 |
| 4.1.2. TIEMPO DE RETENCIÓN HIDRÁULICA..... | 25 |
| 4.1.3. RECOLECCIÓN DE MUESTRAS..... | 26 |
| 4.1.4. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS | 27 |
| 4.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS..... | 35 |
| 4.2.1. ANÁLISIS DE LOS PARÁMETRO ESTABLECIDO..... | 35 |
| 4.2.2. ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA DE CADA PARÁMETRO..... | 38 |
| 4.3. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS..... | 40 |

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

| | |
|---------------------------|----|
| 5.1. CONCLUSIONES..... | 41 |
| 5.2. RECOMENDACIONES..... | 42 |

MATERIALES DE REFERENCIA

| | |
|---|----|
| 1. BIBLIOGRAFÍA..... | 43 |
| 2. ANEXOS | 46 |
| 2.1. Plano Diseño del filtro..... | 46 |
| 2.2. Anexos Fotográficos..... | 48 |
| 2.3. Informes de los Análisis..... | 60 |
| Modelo del Filtro FICM-UPICIC-2017..... | 71 |

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

A. TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público..... | 8 |
| Tabla 2. Características y propiedades del aserrín..... | 14 |
| Tabla 3. Operacionalización de la variable Independiente..... | 18 |
| Tabla 4. Operacionalización de la variable dependiente..... | 19 |
| Tabla 5. Plan de Recolección de Información..... | 20 |
| Tabla 6. Lectura del medidor..... | 24 |
| Tabla 7. Tiempo de Retención hidráulica del aserrín..... | 26 |
| Tabla 8. Parámetros analizados por semana..... | 26 |
| Tabla 9. Resultados de la muestra filtrada a los 10 días..... | 27 |
| Tabla 10. Resultados de la muestra filtrada a los 20 días..... | 27 |
| Tabla 11. Resultados de la muestra antes de ser filtrada a los 30 días..... | 28 |
| Tabla 12. Resultados de la muestra filtrada a los 30 días..... | 28 |
| Tabla 13. Resultados de la muestra antes de ser filtrada a los 40 días..... | 29 |
| Tabla 14. Resultados de la muestra filtrada a los 40 días..... | 29 |
| Tabla 15. Resultados de la muestra antes de ser filtrada a los 50 días..... | 30 |
| Tabla 16. Resultados de la muestra filtrada a los 50 días..... | 30 |
| Tabla 17. Resultados de la muestra antes de ser filtrada a los 60 días..... | 31 |
| Tabla 18. Resultados de la muestra filtrada a los 60 días..... | 31 |
| Tabla 19. Resultados de la muestra antes de ser filtrada a los 70 días..... | 32 |
| Tabla 20. Resultados de la muestra filtrada a los 70 días..... | 32 |
| Tabla 21. Resultados de la muestra antes de ser filtrada a los 80 días..... | 33 |
| Tabla 22. Resultados de la muestra filtrada a los 80 días..... | 33 |

| | |
|--|----|
| Tabla 23. Resultados de la muestra antes de ser filtrada a los 90 días..... | 34 |
| Tabla 24. Resultados de la muestra filtrada a los 90 días..... | 34 |
| Tabla 25. Resultados de las muestras crudas y filtradas..... | 38 |

B. FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Esquema Filtro..... | 6 |
| Figura 2. Esquema Filtración | 13 |
| Figura 3: Diagrama de procesos para el lavado del vehículo..... | 14 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 1. Resultados a los 10 días..... | 27 |
| Gráfico 2. Resultados a los 20 días..... | 27 |
| Gráfico 3. Resultados a los 30 días..... | 28 |
| Gráfico 4. Resultados a los 40 días..... | 29 |
| Gráfico 5. Resultados a los 50 días..... | 30 |
| Gráfico 6. Resultados a los 60 días..... | 31 |
| Gráfico 7. Resultados a los 70 días..... | 32 |
| Gráfico 8. Resultados a los 80 días..... | 33 |
| Gráfico 9. Resultados a los 90 días..... | 34 |
| Gráfico 10. Resultados DBO ₅ | 35 |
| Gráfico 11. Valores de DBO ₅ . Vs Muestras..... | 35 |
| Gráfico 12. Resultados DQO..... | 36 |
| Gráfico 13. Valores de DQO. Vs Muestras..... | 36 |
| Gráfico 14. Resultados Aceites y Grasas..... | 37 |
| Gráfico 15. Valores de Aceites y Grasas. Vs Muestras..... | 37 |
| Gráfico 16. Eficiencia DBO ₅ vs Tiempo..... | 38 |
| Gráfico 17. Eficiencia DQO vs Tiempo..... | 39 |
| Gráfico 18. Eficiencia Aceites y Grasas vs Tiempo..... | 40 |

RESUMEN EJECUTIVO

TEMA: ANÁLISIS DEL ASERRÍN COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA DE AUTOS MONSTER WASH UBICADA EN EL CANTÓN AMBATO.

AUTOR: GUAMAN QUINALOA DANIEL PATRICIO

TUTOR: ING. MG. LENIN MALDONADO

Para evaluar la efectividad del material filtrante en el proyecto experimental se consideró diferentes tipos de análisis físico-químico en tres parámetros que son la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Aceites & Grasas (A&G).

La eficiencia del filtro se verifica durante un periodo de 90 días de funcionamiento, dentro de este periodo se tomaron muestras del agua cruda y agua filtrada cada 10 días, para posteriormente ser analizadas en un laboratorio especializado (acreditado), que nos garanticen buenos resultados.

La estructura que lo conforma el filtro es de metal, con una altura de 1.60 m, en el cual descansa el tanque de 55 galones, el cual contendrá el agua residual proveniente de la lavadora de autos. El tanque deberá ser llenado diariamente durante su el periodo de funcionamiento. El material filtrante conformado de aserrín se encontrará dentro de un recipiente plástico el cual recibirá el agua residual del tanque mediante una tubería, y así poder obtener el líquido tratado.

Los valores obtenidos nos indica que el material filtrante disminuye la contaminación de los parámetros analizados, y a su vez verificar que el material filtrante utilizado en el proceso de filtración, muestra un nivel alto de efectividad en el filtro.

SUMMARY

THEME: ANALYSIS OF THE ASERRÍN AS A FILTER IN THE WASTEWATER TREATMENT FROM THE MONSTER WASH CAR WASHER LOCATED IN THE AMBATO CANTON.

AUTHOR: GUAMAN QUINALOA DANIEL PATRICIO

TUTOR: ING. MG. LENIN MALDONADO

To evaluate the effectiveness of the filtering material in the experimental project, different types of physical-chemical analysis were considered in three parameters: Oxygen Biochemical Demand (BOD5), Chemical Oxygen Demand (COD) and Oils & Greases (A & G).

The efficiency of the filter is verified during a period of 90 days of operation, within this period samples of raw water and filtered water were taken every 10 days, to be later analyzed in a specialized laboratory (accredited), which guarantees good results.

The structure that makes up the filter is made of metal, with a height of 1.60 m, on which the 55-gallon tank rests, which will contain the residual water from the car washer. The tank must be filled daily during its period of operation. The filtering material formed of sawdust will be inside a plastic container which will receive the residual water from the tank through a pipe, and thus be able to obtain the treated liquid.

The values obtained indicate that the filtering material decreases the contamination of the parameters analyzed, and in turn verify that the filtering material used in the filtration process shows a high level of effectiveness in the filter.

CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES

1.1 TEMA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL:

ANÁLISIS DEL ASERRÍN COMO FILTRO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA LAVADORA DE AUTOS “MONSTER WASH” UBICADA EN EL CANTÓN AMBATO.

1.2 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Debido al crecimiento de la población, la urbanización acelerada y el desarrollo económico, la gran cantidad de aguas residuales generadas está aumentando la contaminación considerablemente debido a que un gran porcentaje regresan de nuevo a la naturaleza sin ser tratadas o reutilizadas. [1]

Al ver que la gestión de las aguas residuales está siendo muy descuidada, se han realizado investigaciones mediante la utilización del filtro el cual será propuesto en este proyecto.

Según los estudios elaborados [2], En la Determinación de la eficiencia del aserrín y la fibra de coco utilizados como empaques para la remoción de contaminantes en Biofiltros para el tratamiento de aguas residuales domésticas, se utilizó como empaque; aserrín y viruta común de aserradero puesto que esta materia es la más empleada en estos sistemas de tratamiento debido a su fácil adquisición y bajos costos. El proceso de experimentación se inició tomando la muestra de agua residual y colocándola en el Tanque Homogenizador, mezclada la muestra y por gravedad, el agua a ser tratada fue conducida hacia el Tanque Sedimentador para retener sólidos y otros materiales que puedan afectar el buen funcionamiento del Biofiltro.

Los períodos de tratamiento se desarrollaron con normalidad durante 90 minutos cada uno, al finalizar este tiempo se realizaron los muestreos que abarcaron su recolección de manera técnica a la salida del efluente en la planta piloto. A las 11:30 y 15:30 horas se procedió a recolectar las muestras del agua tratada en el Biofiltro experimental y los análisis de resultados arrojaron que la eficiencia de este Biofiltro experimental fue de 53.53 % en la remoción de contaminantes.

El artículo La biofiltración, una alternativa para la potabilización del agua mediante la filtración lenta en arena [3], esta tiene la cualidad de separar los agentes patógenos y mejorar la apariencia estética del agua. Es conocido que la biofiltración utiliza una sola operación para la purificación del agua, presentando procesos físicos y bioquímicos como consecuencia de bajas tasas de filtración, que generan la formación de una biocapa sobre la superficie del lecho, capa ésta responsable de remover y/o retener los agentes patógenos.

Aunque la biofiltración es una técnica muy antigua y empleada, lo que la hace atractiva, en la actualidad, es la utilización de nuevos materiales que reemplazan a los usados en los medios granulares tradicionales, mejorando así su competencia frente a otras alternativas de tratamiento. Las variaciones que podrían hacerse al proceso evidencian un tema poco explorado a nivel mundial, constituyéndose en un estudio novedoso.

Según en la investigación realizada [4], La biofiltración sobre materiales orgánicos, nueva tecnología sustentable para tratar agua residual en pequeñas comunidades e industrias. El proceso permite tratar simultáneamente efluentes líquidos y gaseosos utilizando medios orgánicos. La tecnología se basa en la capacidad que tienen ciertos medios orgánicos de adsorber diferentes sustancias contaminantes y de favorecer la implantación de microorganismos capaces de biodegradarlas en CO₂, N₂, y H₂O. El medio filtrante está constituido esencialmente de virutas de madera y fibras orgánicas. Su formulación es establecida en función de las características del efluente a tratar y de los objetivos de descarga. El medio orgánico dura aproximadamente cinco años y puede ser reutilizado como mejorador de suelos agrícolas.

Las aguas residuales alimentadas en la superficie del biofiltro percolan a través del medio filtrante, en donde son tratadas mediante cuatro mecanismos naturales que actúan simultáneamente: 1) filtración lenta y pasiva; 2) absorción, adsorción e intercambio iónico; 3) biodegradación, y 4) desinfección. El control de la carga aplicada permite un equilibrio entre el crecimiento y decrecimiento de la biomasa, lo que conduce a una biodegradación pasiva de los contaminantes, sin producción de lodos biológicos. Las aguas residuales tratadas pueden ser reutilizadas o ser descargadas al cuerpo receptor.

En la investigación de un Biofiltro Tohá para la depuración de aguas residuales domesticas [5], El biofiltro estuvo conformado por un tambor homogenizador, un sistema de impulsión, un sistema de aspersion, un tanque de biofiltración, una trampa de lombrices y un tanque de almacenamiento y desinfección del agua tratada. El tanque de biofiltración se rellenó por capas de piedra bola y grava en un 30%, aserrín viruta y humus en un 70%, En la capa de humus están presentes microorganismos y lombrices por debajo están ubicadas una capa de aserrín y una capa de viruta de maderas que no han recibido ningún tipo de tratamiento químico esta capa es indispensable en el proceso de biofiltración pues en caso de que la carga contaminante del agua residual sea baja esta capa servirá de alimento para la lombriz, la tercera capa está constituida por ripio o grava y finalmente se encuentra una capa de piedra bola siendo esta capa indispensable para el drenaje y ventilación del filtro. Se dispone de una malla que separa las capas de aserrín y piedra.

El proceso de biofiltración se inicia cuando el agua residual es rociada de manera homogénea sobre la superficie y por acción de la gravedad el agua residual percola siendo retenida la materia orgánica en un 95% en el estrato de aserrín y viruta del filtro donde las lombrices la transforman y convierten en humus. Existe actividad microbiológica entre las capas del filtro cuya función es la transformación de la materia orgánica en CO₂ y H₂O.

Según la investigación el aserrín de madera [6], Se compone principalmente de fibras de celulosa unidas con lignina. Según análisis, su composición media es de un 50% de carbono (C), un 42% de oxígeno (O), un 6% de hidrógeno (H), y un 2% de nitrógeno (N). El proceso de degradación de la madera y del aserrín, puede

ser atribuida a dos causas primarias: agentes bióticos y agentes físicos. La humedad en la madera responde a varios propósitos en el proceso de la degradación de esta, cuando el agua entra en la madera, la microestructura se hincha hasta alcanzar el punto de saturación de la fibra (sobre un 30% del contenido de humedad en la madera). En este punto, el agua libre en las cavidades de las células de la madera, permite que el hongo pueda comenzar a degradarla.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Debido a la gran cantidad de aguas residuales producidas que regresan de nuevo a la naturaleza sin ser tratadas o reutilizadas contaminando nuestros ríos, lagos y océanos y su carga global de contaminación están aumentando produciendo efectos adversos sobre la salud humana. [7]

En el Ecuador más del 80% de las empresas industriales, agroindustriales, de comercio y servicio, que generan aguas residuales de proceso con alta carga orgánica y muchas veces con sustancias tóxicas, no las depuran y las descargan directamente a las redes de alcantarillado público o directamente a los cauces fluviales y/o marítimos. Solamente alrededor del 10% de aguas residuales tienen algún nivel de tratamiento por lo que las empresas de agua potable de las diferentes ciudades de nuestro País exigen a las industrias lavadoras de autos se rijan a normas ambientales para poder descargar el agua utilizada mediante un sistema de tratamiento y de esa manera evitar grandes contaminaciones al medio ambiente. Las industrias de lavadoras de autos tienen como fuentes de abastecimiento del líquido vital las redes de agua potable, aguas subterráneas y agua de los ríos que atraviesan las diferentes ciudades. Este tipo de industrias utilizan y contaminan grandes cantidades de agua diariamente. [8]

En la Provincia de Tungurahua exclusivamente en la ciudad de Ambato estudios han concluido que existe una gran contaminación del río debido a la existencia de algunas empresas citando algunas, fábricas de alimentos, lubricadoras, lavadoras de vehículos estas dos últimas industrias son unas de las más contaminantes ya

que desechan directamente agua contaminada con residuos de lubricantes y aceites pesados sin ningún tipo de tratamiento hacia las redes de alcantarillado que luego son desechadas al río. Una prueba es la contaminación a la que está sometido el río Ambato. Cada industria necesita un tratamiento aprobado al sistema de alcantarillado especial para cumplir en gran medida las leyes ambientales. Además, ayudará a precautelar y preservar la calidad de los recursos hídricos de la ciudad. [9]

Por tal motivo el presente trabajo de investigación tiene como finalidad de tratar aguas residuales por medio de un sistema de filtración, donde el material principal es el aserrín por su bajo costo y fácil accesibilidad.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar el aserrín como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la lavadora de autos “Monster Wash” ubicada en el cantón Ambato.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Conocer la infraestructura y funcionamiento básico de la lavadora de autos “Monster Wash”.
- Determinar el comportamiento de los caudales utilizados en la lavadora de autos “Monster Wash”.
- Monitorear las características de biodegradabilidad (DBO₅, DQO), grasas y aceites de las aguas residuales provenientes de la lavadora de autos “Monster Wash” en su origen y luego del proceso de filtración.
- Determinar si el aserrín puede utilizarse para el tratamiento de las aguas residuales de la lavadora de autos “Monster Wash”.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN

2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

El filtro de aguas es un mecanismo que trata de mejorar la calidad de agua mediante sistemas que separan y retienen las partículas indeseadas que pueda contener, pero que dejan pasar el líquido. [10]

Para el entendimiento de la necesidad de un tratamiento previo a la descarga de agua cruda a un cuerpo de agua, es necesario conocer las características de las mismas y el efecto negativo que éstas producen a las masas de aguas receptoras.

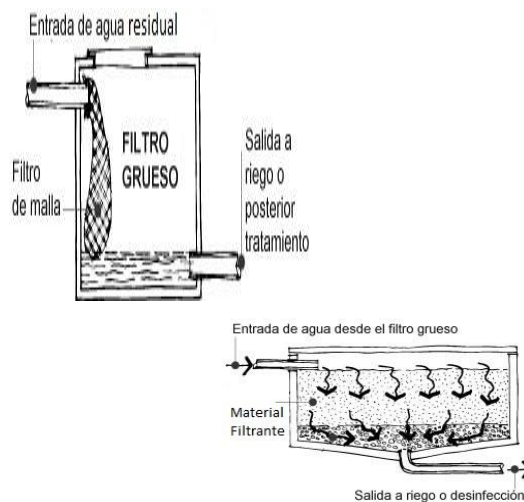


Figura 1. Esquema Filtro

Fuente: <http://www.bajatec.net/agua-captacion-conservacion/filtros-de-arena-para-aguas-grises>

2.1.1. El Agua

El agua es tanto un derecho como una responsabilidad, y tiene valor económico, social y ambiental. El adecuado tratamiento de aguas residuales industriales y su posterior reutilización para múltiples usos contribuye a un consumo sostenible del agua y a la regeneración ambiental del dominio público hidráulico y marítimo y de sus ecosistemas. Sin olvidar que el agua de calidad es una materia prima crítica para la industria. [11]

2.1.2. Aguas Residuales

Las aguas residuales industriales proceden de cualquier actividad o negocio en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación se utilice el agua. Son enormemente variables en cuanto a caudal y composición, difiriendo las características de los vertidos, no sólo de una industria a otra, sino también dentro de un mismo tipo de industria. [12]

Las aguas residuales de lavadoras de autos se caracterizan por una importante carga contaminante como son los aceites, los lubricantes, combustible, la materia suspendida, los metales pesados, y los microorganismos.

2.1.3. Efluentes Contaminantes

Son las aguas servidas con desechos sólidos, líquidos o gaseosos que son emitidos por viviendas y/o industrias, generalmente a los cursos de agua. Los desechos que contienen los efluentes pueden ser de naturaleza química y/o biológica. [14]

Los efluentes de lavadora de vehículos, pueden contener presencia de hidrocarburos (combustible, aceite, lubricante, etc.) y gran cantidad de sólidos (arena, tierra).

2.1.4. Características Físico-Químicas del Agua Residual

Las características físicas más importantes del agua residual son el contenido total de sólidos, término que engloba la materia en suspensión, la materia sedimentable, la materia coloidal y la materia disuelta. Otras características físicas importantes son el olor, la temperatura, la densidad, el color y la turbiedad.

El estudio de las características químicas de las aguas residuales se aborda en los siguientes cuatro apartados: (1) la materia orgánica, (2) la medición del contenido orgánico, (3) la materia inorgánica, y (4) los gases presentes en el agua residual. [15]

2.1.5. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público.

En el desarrollo de la investigación se utiliza el TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE (TULSMA). Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua

la cual nos indica los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado, los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos; los métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua. [16]

Tabla 1. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público.

| Parámetros | Expresado como | Unidad | Límite Máximo Permissible |
|--|-------------------------------|---------------|----------------------------------|
| Aceites y Grasas | Sustancias solubles en hexano | mg/l | 70 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días) | D.B.O. ₅ | mg/l | 250 |
| Demanda Química de Oxígeno | D.Q.O. | mg/l | 500 |
| Sólidos Suspendidos Totales | SST | mg/l | 220 |
| Sólidos totales | ST | mg/l | 1600 |
| Hidrocarburos Totales de Petróleo | TPH | mg/l | 20 |
| Potencial de Hidrógeno | pH | U | 6-9 |

Fuente. - Tabla N°9, Libro VI, Anexo 1 del Texto Unificado De Legislación Secundaria Del Ministerio Del Ambiente, 2010.

Los parámetros que analizaremos son: D.B.O.₅, D.Q.O., Aceites y Grasas.

2.1.6. Aceites y Grasas

Los Aceites y Grasas presentes en el agua residual, forman parte también del material orgánico, éstos causan problemas en el sistema de tratamiento de las aguas que los contengan, formando una película que impide la penetración de la luz y el intercambio de oxígeno con la atmósfera, si éstas no se remueven en los procesos de tratamiento de aguas residuales antes de ser descargadas, podrían interferir con la vida biológica en la superficie de las fuentes receptoras. [17]

2.1.7. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)

Es la cantidad de oxígeno que necesitan los microorganismos para degradar la materia orgánica presente en el agua. Esta prueba se realiza durante 5 ó 3 días a 20 °C por lo que se expresa como DBO ó DBO₅, respectivamente. Se puede obtener mediante determinación de la concentración de oxígeno disuelto de la medida de la DBO₅. La determinación de la DBO₅ presenta como inconvenientes el largo tiempo del test. Sin embargo, tiene la gran ventaja de indicarnos la cantidad de materia orgánica biodegradable, lo cual tiene una extraordinaria importancia para el tratamiento biológico. [18]

2.1.8. Demanda Química de Oxígeno (DQO)

La DQO es la demanda química de oxígeno del agua. Se mide también como la DBO en mgO₂/l. Es la cantidad de oxígeno que químicamente demanda el agua. Como hemos dicho la DQO siempre incluye a la DBO, por tanto la DQO siempre ha de ser mayor que la DBO. La DQO es una medida que abarca no solo el valor total máximo de DBO sino también otras necesidades de oxígeno del agua. Al hacer la prueba se busca la oxidación completa de la muestra. [19]

2.1.9. Sólidos Suspendidos Totales

Los sólidos suspendidos son principalmente de naturaleza orgánica; están formados por algunos de los materiales más objetables contenidos en el agua residual. La mayor parte de los sólidos suspendidos son desechos humanos, desperdicios de alimentos, papel, trapos y células biológicas que forman una masa de sólidos suspendidos en el agua. Incluso las partículas de materiales inertes adsorben sustancias orgánicas en su superficie. [20]

2.1.10. Sólidos Totales

Los sólidos totales son la cantidad de partículas sólidas presentes en el agua, pueden estar en forma suspendida o en disolución. [20]

2.1.11. Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH)

Los hidrocarburos totales de Petróleo son una mezcla de productos químicos compuestos principalmente de hidrógeno y carbono, llamados hidrocarburos. El petróleo crudo es usado para manufacturar productos de petróleo, los que pueden

contaminar el ambiente. Debido a que hay muchos productos químicos diferentes en el petróleo crudo y en otros productos de petróleo, no es práctico medir cada uno en forma separada. Sin embargo, es útil medir la cantidad total de TPH en un sitio. [21]

2.1.12. Potencial de Hidrógeno (PH)

La concentración de ion hidrógeno es un parámetro de calidad de gran importancia tanto para el caso de aguas naturales como residuales. Un pH que se encuentre entre los valores de 6 a 9, no suele tener un efecto significativo sobre la mayoría de las especies, aunque algunas son muy estrictas a este respecto. Un aspecto importante del pH es la agresividad de las aguas ácidas, que da lugar a la solubilización de sustancias por ataque a los materiales. [18]

2.1.13. Filtración

La filtración consiste en separar las partículas y microorganismos objetables, que no han quedado retenidos en los procesos de floculación y sedimentación.

La filtración puede efectuarse de muchas formas: con baja carga superficial (filtros lentos) o con alta carga superficial (filtros rápidos), en medios porosos (pastas arcillosas, papel de filtro) o en medios granulares (arena, antracita, granate o combinados). Por otro lado, el filtro puede trabajar a presión o por gravedad, según sea la magnitud de la carga hidráulica que exista sobre el lecho filtrante. [22]

2.1.14. Procesos de Filtración de Agua Residual

2.1.14.1 Procesos Físicos

Tratamiento en el que se llevan a cabo cambios a través de la aplicación de fuerzas físicas. Las unidades típicas incluyen cribado, regulación, sedimentación y flotación. [26]

➤ Cribado

El cribado es un método que elimina los contaminantes más voluminosos o material

visible del agua residual. Los cribadores se clasifican en función del tamaño de la partícula removida, como finos o gruesos y se utilizan como parte del tratamiento primario.

➤ **Regulación**

El proceso de regulación se lleva a cabo en un tanque de homogeneización y su función es eliminar las variaciones del flujo o caudal para lograr que este se mantenga constante. Las ventajas que se obtienen con este proceso son: [26]

- Aumenta las características de tratabilidad del agua residual.
- Mejora el tratamiento biológico por medio de la eliminación o disminución de los efectos causados por cargas orgánicas e hidráulicas bruscas.

➤ **Sedimentación**

Algunas de las impurezas del agua por su tamaño y mayor densidad pueden ser eliminadas por sedimentación, mediante la acción de la gravedad. Se le da el nombre de sedimentador, a la estructura que sirve para reducir la velocidad de las aguas residuales para que puedan sedimentar los sólidos y se utiliza como tratamiento primario. [26]

➤ **Flotación**

En el tratamiento de aguas residuales la flotación es una operación unitaria utilizada para separar diferentes fases líquidas o sólidas de una fase líquida y se utiliza para eliminar la materia suspendida y concentrar los lodos biológicos. La principal ventaja de la flotación sobre la sedimentación, es que las partículas muy pequeñas o ligeras se eliminan fácilmente en un menor tiempo.

2.1.14.2 Procesos Químicos

Operaciones en las cuales la remoción o filtración de los contaminantes se realiza mediante la adición de reactivos que llevan a cabo diferentes reacciones químicas. [26]

➤ **Precipitación Química**

La precipitación química es un proceso que consiste en la adición de reactivos con el propósito de que reaccionen con compuestos solubles específicos, en residuos

líquidos, para formar compuestos químicos diferentes que cambian su estado físico y pueden separarse.

➤ **Oxidación Química**

El propósito de la oxidación en el tratamiento de aguas es convertir especies químicas no deseables en especies que no sean peligrosas ni deterioren la calidad del agua.

➤ **Desinfección**

La desinfección debe producir una disminución de microorganismos hasta una concentración tal que no perjudique y no pueda causar daños en los consumidores de agua. Los desinfectantes no solo deben matar a los microorganismos, sino que deben además tener un efecto residual, que significa que se mantienen como agentes activos en el agua después de la desinfección para prevenir el crecimiento de los microorganismos en las tuberías. [13]

La desinfección puede realizarse aplicando métodos físicos (elevación de la temperatura, luz ultravioleta) o químicos en los que se usan sustancias llamadas desinfectantes, como son el cloro, el ozono y los iones metálicos. [26]

2.1.15. Proceso de Adsorción

La adsorción es una operación de transferencia de masa en la que las sustancias presentes en una fase líquida son adsorbidas o acumuladas en una fase sólida y, por tanto, eliminadas del líquido. Los procesos de adsorción se usan en la filtración de agua residual para la eliminación de compuestos que causan olores y compuestos orgánicos que forman color y precursores de subproductos de desinfección.

El material primario adsorbente utilizado en el proceso de adsorción para la filtración del agua residual es el aserrín. [27]

2.1.16. Filtración Lenta

Estos filtros están contruidos de tal forma que el agua fluye muy despacio a través de un lecho de arena fina, quedando retenidas en la superficie del filtro las partículas de mayor tamaño. La filtración lenta da buenos resultados mientras que el agua esté poco cargada de materias en suspensión y se respete una pequeña velocidad final de filtración. [23]



Figura 2. Esquema Filtración

Fuente: <http://www.solucionespracticass.org.pe/que-es-la-filtracion-lenta>

2.1.17. Medio Filtrante

El aserrín fino se puede utilizar como un medio de filtro o como un sustituto de arena. Sin embargo, añadir un poco de capa de arena a la parte inferior es útil. Por otra parte, la materia orgánica, aserrín puede ser utilizado para actividades agrícolas. [24]

2.1.18. Aserrín

El aserrín es el principal residuo orgánico en los aserraderos, se considera un material de desecho, sin embargo, presenta una alta capacidad de absorción que sumado a su bajo costo y a su abundancia hace que se factible emplearlo en lechos filtrantes. [25]

2.1.18.1 Características del Aserrín.

Tabla 2. Características

| Nombre del material | Aserrín (Serrín) |
|-----------------------------|--|
| Forma de Obtención | Conjunto de partículas o polvillo que se desprende de la madera cuando esta es aserrada. |
| Aspecto y Forma | *Grano Fino y Grano Grueso (depende del tipo de mecanizado y las sierras. *El color depende de los tipos de madera. |
| Tamaño | 1-10 (mm) |
| Contenido de humedad | 25-40 (%) |

Fuente: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852016000300012

Elaborado por: Daniel Guaman

2.1.18.2 Propiedades del Aserrín.

Tabla 2. Propiedades.

| | |
|--|--|
| Propiedades físicas | <ul style="list-style-type: none"> • Pigmentación • Adherencia • Manipulación |
| Su composición es principalmente de fibras de CELULOSA unidas con LIGNINA. | <ul style="list-style-type: none"> • 50% de carbono (C) • 42% de Oxígeno (O) • 6% de hidrogeno (H) • 2% de nitrógeno (N) asociado a otros elementos. |
| Propiedades Mecánicas | |
| Resistencia | Su resistencia será Max cuando la sollicitación sea de forma paralela |
| Densidad | Depende de su contenido de agua: <ul style="list-style-type: none"> • Densidad absoluta viene determinada por la celulosa y sus derivados. • Densidad aparente viene determinada por los poros que tiene la madera. • |
| Dureza | Varía según el tipo de madera, a mayor densidad mayor dureza. |
| Conductividad Térmica | La madera seca contiene células diminutas de burbujas de aire, por lo que se comporta como aislante calorífico. |

Fuente: <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/5922/1/12241.pdf>

Elaborado por: Daniel Guaman

2.2 HIPÓTESIS

La elaboración de un filtro con un material filtrante que contribuye a que disminuyan los resultados de los análisis de los parámetros establecidos del agua residual de una lavadora de autos ubicada en la ciudad de Ambato.

2.3 SEÑALAMIENTO DE LAS VARIABLES DE LA HIPÓTESIS

2.3.1. Variable Independiente

El filtro de Aserrín como un material filtrante.

2.3.2. Variable Dependiente

Disminuir los resultados de los análisis de los parámetros del agua residual de la lavadora de autos Monster Wash.

CAPÍTULO III.

METODOLOGÍA

3.1. Nivel o Tipo de Investigación

El presente trabajo experimental consta de los siguientes tipos de investigaciones: Exploratoria, Descriptiva y de Laboratorio.

3.1.1. Investigación Exploratoria.

Investigación exploratoria debido a la carencia de información en el empleo de filtros elaborados con materiales amigables con el medio ambiente que permitan controlar la contaminación que genera el agua residual.

3.1.2. Investigación Descriptiva.

Investigación descriptiva debido a que los valores obtenidos en esta investigación son de suma importancia para determinar la eficacia del material como elemento filtrante.

3.1.3. Investigación de Laboratorio.

Los parámetros del agua residual se deberán realizar en un laboratorio especializado (acreditado), con la finalidad de obtener buenos resultados y un control del filtro.

3.2. Población y Muestra

Población

Para este trabajo experimental la población a considerarse será el agua residual de la lavadora de autos la cual utilizaremos durante los días que operará el filtro y estará en funcionamiento el proceso de filtrado.

La población es el agua residual de la industria que va expresada en función del tiempo (días, semanas o meses).

$$VAR = x/t$$

En donde:

VAR= Volumen de Agua Residual = 55 Gal.

x= cantidad de agua residual = La X depende directa del tiempo

t= tiempo (días, semanas, meses) = 76 días.

$$X = 55 \text{ gal} * 76 \text{ días}$$

$$X = 4180 \text{ gal. día}$$

Muestra

Se tomará la muestra de:

55 GALONES X 76 DÍAS EN FUNCIONAMIENTO = 4180 gal. día
TRATADOS

1° Mes = 55 x 25 = 1375 gal. mes

2° Mes = 55 x 26 = 1430 gal. mes

3° Mes = 55 x 25 = 1375 gal. mes

Con la finalidad de determinar la cantidad de agua residual obtenida durante el funcionamiento del filtro.

3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.3.1 Variable Independiente

Filtro utilizando como material filtrante aserrín.

| Concepto | Dimensiones | Indicadores | Ítems | Técnicas e Instrumentos |
|--|---|--|---|--------------------------------|
| Un filtro de aguas residuales es una estructura que tiene como función mejorar la calidad del agua mediante sistemas que retienen o separan partículas contaminantes que posee el agua residual. | Calidad del agua | Descarga al sistema de alcantarillado público. | ¿El agua descargada cumple con los valores permisibles? | Análisis de laboratorio TULSMA |
| | Sistemas que retienen o separan partículas contaminantes. | Filtración | ¿Qué parámetro retiene la mayor cantidad de partículas contaminantes después del proceso de filtrado? | Análisis de laboratorio |

Tabla N°3. Operacionalización de la variable Independiente.

3.3.2 Variable Dependiente

Reducción en los parámetros requeridos para el descargo de efluente generado por una lavadora de autos.

| Concepto | Dimensiones | Indicadores | Ítems | Técnicas e Instrumentación |
|---|-----------------------|---|--|---|
| Los análisis del agua residual son procesos que determinan el tipo y grado de contaminación que posee el agua residual estos análisis son físicos-químicos. | Tipo de contaminación | Agua residual de una lavadora de autos | ¿Cuál es el parámetro que produce una mayor contaminación? | Investigación Bibliográfica Norma TULSMA |
| | Parámetros | Demanda Química de Oxígeno (DQO) | ¿Qué valor de DQO tiene el agua residual de una lavadora de autos en estudio? | Análisis de Laboratorio |
| | | Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅) | ¿Qué valor de DBO ₅ tiene el agua residual de una lavadora de autos en estudio? | Análisis de Laboratorio |
| | | Aceites y Grasas | ¿Qué valor de Aceites y Grasas tiene el agua residual de una lavadora de autos en estudio? | Análisis de Laboratorio |

Tabla N°4. Operacionalización de la variable dependiente.

3.4. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

| Preguntas Básicas | Explicación |
|------------------------|---|
| ¿ Que evaluar ? | El filtro utilizando como material filtrante aserrín para el tratamiento del agua residual de una lavadora de autos. |
| ¿ Sobre qué evaluar ? | Evaluar la eficiente del filtro elaborado. |
| ¿ Sobre qué aspectos ? | Los parámetros físico-químicos del agua: DQO, DBO ₅ , Aceites y Grasas, los cuales deben estar dentro del límite permisible para la descarga al sistema de alcantarillado público. |
| ¿ Quién evalúa ? | Guaman Quinaloa Daniel Patricio |
| ¿ A qué se evalúa ? | Se evalúa al agua residual de una lavadora de autos livianos ubicada en la ciudad de Ambato antes y después de ser filtrada. |
| ¿ Dónde evalúa ? | En la lavadora de autos ubicada en la ciudad de Ambato. |
| ¿ Cómo y con qué ? | Mediante análisis físico-químico del agua residual, realizado en un laboratorio acreditado (UNACH) y en las instalaciones FICM-UTA. |

Tabla N°5. Plan de Recolección de Información.

3.5. PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.

3.5.1. Plan de Procesamiento de la Información.

- Recopilación y procesamiento de la información bibliográfica.
- Clasificación de los datos y resultados obtenidos.
- Representación gráfica e interpretación de datos y valores de los análisis de los parámetros del agua.

3.5.2 Plan de Procesamiento y Análisis.

El prototipo de filtro experimental estará en funcionamiento durante 90 días con la finalidad de conocer el comportamiento del material filtrante que se lo empleará para el agua residual de la industria de lavadora de autos.

Para la estructura del prototipo de filtro se utilizó un recipiente de plástico con capacidad de 55 galones, el mismo que contendrá el agua residual de la lavadora de autos y se encontrará sobre la estructura que lo conforma un tubo cuadrado de 1 pulgada. Para la salida del agua residual se lo hará mediante una tubería de PVC de ½ pulgada que se encontrará a una altura de 15 cm de la base del tanque y tendrá una caída de 1 m de altura sobre una plancha de tol galvanizado con perforaciones en toda su área la cual se empleará como difusor del agua residual que llegará al contenedor plástico de dimensiones (57x42) cm de base y 34 cm de altura, que contendrá el material filtrante. Ver anexo 2.1. (plano)

El aserrín de madera será el material filtrante que utilizaremos en este proyecto experimental el cual se obtendrá de un aserradero (Decor Parquet), ubicado en el cantón Ambato. Utilizaremos una malla metálica de 3 mm de apertura que nos permitirá tamizar y separar la viruta del aserrín.

Los parámetros que analizaremos son, Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Aceites & Grasas.

Infraestructura e Información de la Lavadora de Autos.

La infraestructura con la que cuenta la lavadora de autos Monster Wash, se pudo conocer mediante un recorrido por las instalaciones del establecimiento, y a la vez recolectar información del funcionamiento de la lavadora: ver anexo plano.

1. Ingreso vehicular
2. Tanque receptor de AP.
3. Bomba de agua
4. Compresor de aireación
5. Rampas de vehículos livianos
6. Tanques recolectores de aguas residuales
7. Bodega
8. Área de garaje
9. Instalaciones sanitarias
10. Red agua potable

Procesos para el lavado del vehículo.

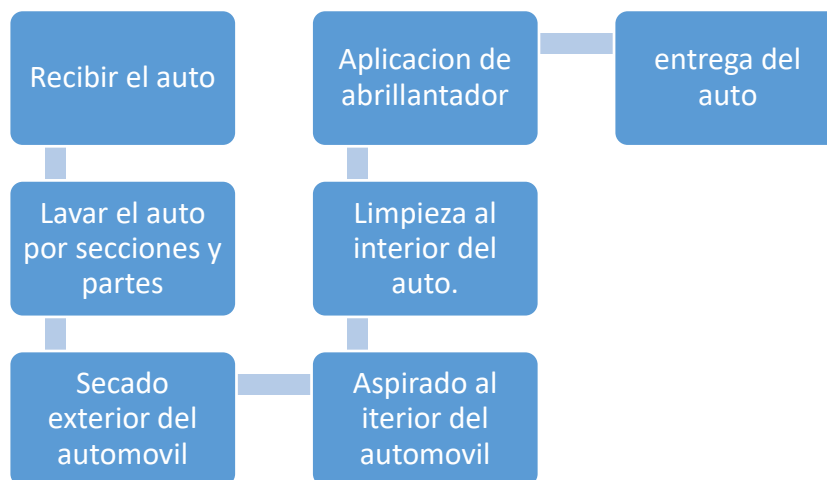


Figura 3: Diagrama de procesos para el lavado del vehículo.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. RECOLECCIÓN DE DATOS

El funcionamiento del filtro en base a los objetivos planteados, para el tratamiento del agua residual proveniente de la lavadora de autos Monster Wash, nos presenta los siguientes datos.

4.1.1. Datos para el Caudal del Filtro.

- Para el diseño del filtro de aguas residuales utilizaremos 40 galones de los 55 galones de capacidad que contiene el Tanque.

$$Vol = 40 \text{ gal} * \frac{3.7854 \text{ ltrs}}{1 \text{ gal}}$$

$$Vol = 151.42 \text{ lts}$$

- Para determinar el caudal se hace referencia el volumen empleado en el filtro para 24 horas.

$$Q_{\text{filtro}} = \frac{151.42 \text{ ltrs}}{1440 \text{ min}}$$

$$Q_{\text{filtro}} = 0.105 \frac{\text{ltrs}}{\text{min}}$$

Datos para Determina los Caudales de la Industria de Lavadora de Autos “Monster Wash” del Cantón Ambato.

Mediante un registro diaria realizado durante ocho días en la lavadora de autos se obtuvo los siguientes datos.

Tabla 6. Lectura del medidor.

| DÍA | HORA | LECTURA (M3) | CONSUMO (M3/DÍA) |
|-----------|-------|-----------------|---------------------|
| LUNES | 10:00 | 2,1142 | 1,216 |
| MARTES | 10:00 | 2,2358 | |
| MIERCOLES | 10:00 | 2,3540 | 1,182 |
| JUEVES | 10:00 | 2,5125 | 1,585 |
| VIERNES | 10:00 | 2,7205 | 2,080 |
| SABADO | 10:00 | 2,9473 | 2,268 |
| DOMINGO | 10:00 | 2,9767 | 0,294 |
| LUNES | 10:00 | 3,0934 | 1,167 |

Realizado por: Daniel Guaman

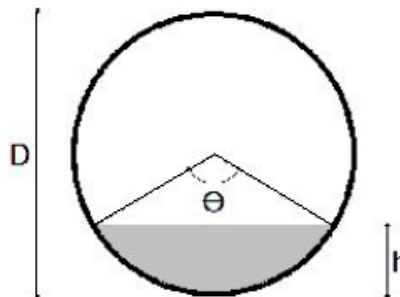
$$\text{Caudal Medio Diario (cmd)} = \frac{\Sigma(\text{lectura})}{\#\text{dias}}$$

$$\text{Caudal Medio Diario (cmd)} = 1.400 \frac{m^3}{dia}$$

La industria de lavadora de autos Monster Wash ocupa el 100 % directamente del volumen de $1.400 \frac{m^3}{dia}$.

Determinación del caudal con tubería utilizada en la Lavadora de autos Monster Wash.

Conducción a tubería Parcialmente llena



Donde:

D = Diámetro de la tubería (m)

h = Calado de agua (m)

θ = Ángulo conformado por el segmento de la circunferencia.

$$\theta = 2 \arccos\left(1 - \frac{2h}{D}\right)$$

$$\theta = 2 \arccos\left(1 - \frac{2(0.015)}{0.10}\right)$$

$$\theta = 91.15^\circ$$

$$Q_{PLL} = \frac{D^{\frac{8}{3}}}{7257.15 \cdot n \cdot (2\pi\theta)^{\frac{2}{3}}} * (2\pi\theta - 360 \operatorname{sen}\theta)^{\frac{5}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

Q_{PLL} = Caudal a tubo parcialmente lleno

S = Gradiente hidráulico (m/m)

n = Coeficiente de rugosidad de Manning. (Tubería de termoplástica de interior liso o PVC) = 0.010

$$Q_{PLL} = \frac{(0.10)^{\frac{8}{3}}}{7257.15 \cdot 0.010 \cdot (2\pi \cdot 91.15)^{\frac{2}{3}}} * (2\pi \cdot 91.15 - 360 \operatorname{sen}(91.15))^{\frac{5}{3}} * (0.01)^{\frac{1}{2}}$$

$$Q_{PLL} = 3.265 * 10^{-4} \cong 0.3 \frac{\text{lt}}{\text{seg}}$$

$$V = Q * t$$

$$V = 0.3 \frac{\text{lt}}{\text{seg}} * 24 \text{ h} * \frac{3600 \text{ seg}}{1 \text{ h}}$$

$$V = 25920 \text{ lt} * \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ lt}}$$

$$V = 25.92 \text{ m}^3$$

La descarga de la lavadora de autos Monster Wash es de 25.92 m^3 , con una tubería parcialmente llena de $0.3 \frac{\text{lt}}{\text{seg}}$.

4.1.2. TIEMPO DE RETENCIÓN HIDRÁULICA

- Tiempo de retención hidráulica para el Tanque:

$$\text{TRH tanque} = \frac{\text{vol.tanque}}{\text{caudal}}$$

$$\text{TRH tanque} = \frac{40 \text{ gal}}{0.105 \text{ lt/min}} = \frac{151.42 \text{ lt}}{0.105 \text{ lt/min}} = \frac{1442.06 \text{ min}}{60 \text{ min/hora}} = 24 \text{ horas}$$

- Tiempo de retención hidráulica con el material filtrante.

Para obtener el tiempo de retención hidráulica se llenó el tanque y posteriormente se dejó fluir el agua residual al recipiente que contiene el material filtrante y con un cronometro medir el tiempo que tarda en salir el agua filtrada.

Este proceso nos dio como resultado un tiempo de 2 min. 48 seg., el cual tomamos como tiempo de retención hidráulica.

Tabla 7. Tiempo de Retención hidráulica del aserrín.

| MATERIAL | TIEMPO DE RETENCIÓN | OBSERVACIONES |
|----------|---------------------|---|
| Aserrín | 2 min. 48 seg. | Después de ser filtrada el agua residual se observa un color amarillo característico de la madera de donde proviene el aserrín. |

Realizado por: Daniel Guaman

4.1.3. RECOLECCIÓN DE MUESTRAS

El funcionamiento del filtro se mantuvo durante 90 días, y cada 10 días se recogieron muestras para ser analizadas.

Tabla 8. Parámetros analizados cada 10 días

|  UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  | | | | | | | | | |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Parámetros | 10días | 20días | 30días | 40días | 50días | 60días | 70días | 80días | 90días |
| DBO5 | X | X | X X | X X | X X | X X | X X | X X | X X |
| DQO | X | X | X X | X X | X X | X X | X X | X X | X X |
| Aceites y Grasas | X | X | X X | X X | X X | X X | X X | X X | X X |

Realizado por: Daniel Guaman

| | |
|---|------------------|
|  | Muestra Cruda |
|  | Muestra Filtrada |

4.1.4. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS

➤ Primer análisis

Tabla 9. Resultados de la muestra filtrada a los 10 días

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
|---|----------|---------|------------|
| PARÁMETROS | UNIDADES | LÍMITES | RESULTADOS |
| DBO ₅ | (mg/l) | 250 | 494 |
| DQO | (mg/l) | 500 | 1070 |
| Aceites y Grasas | (mg/l) | 70 | 168 |

Realizado por: Daniel Guaman

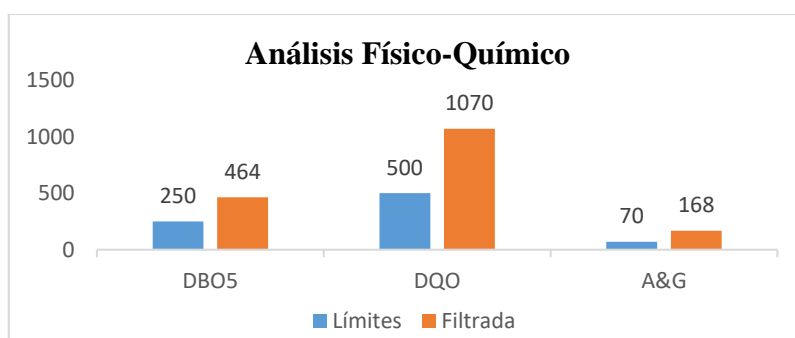


Gráfico 1. Resultados a los 10 días.

Realizado por: Daniel Guaman

➤ Segundo análisis

Tabla 10. Resultados de la muestra filtrada a los 20 días

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
|---|----------|---------|------------|
| PARÁMETROS | UNIDADES | LÍMITES | RESULTADOS |
| DBO ₅ | (mg/l) | 250 | 71 |
| DQO | (mg/l) | 500 | 155 |
| Aceites y Grasas | (mg/l) | 70 | 64 |

Realizado por: Daniel Guaman

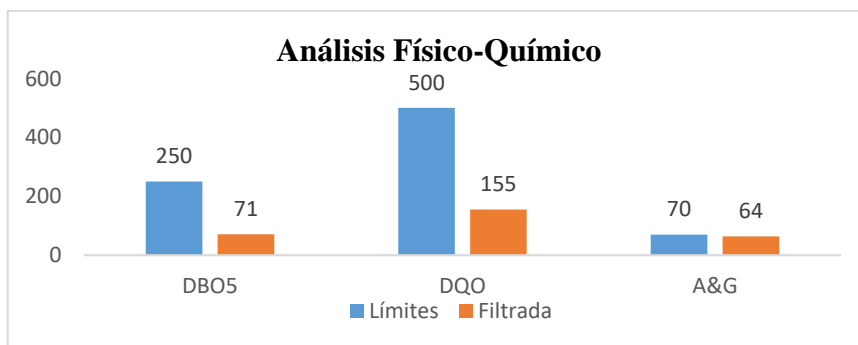


Gráfico 2. Resultados a los 20 días.

Realizado por: Daniel Guaman

➤ **Tercer análisis**

Tabla 11. Resultados de la muestra antes de ser filtrada a los 30 días

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
|---|----------|---------|------------|
| PARÁMETROS | UNIDADES | LÍMITES | RESULTADOS |
| DBO ₅ | (mg/l) | 250 | 39.20 |
| DQO | (mg/l) | 500 | 112 |
| Aceites y Grasas | (mg/l) | 70 | 0.036 |

Realizado por: Daniel Guaman

Tabla 12. Resultados de la muestra filtrada a los 30 días

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
|---|----------|---------|------------|
| PARÁMETROS | UNIDADES | LÍMITES | RESULTADOS |
| DBO ₅ | (mg/l) | 250 | 19.60 |
| DQO | (mg/l) | 500 | 56 |
| Aceites y Grasas | (mg/l) | 70 | 0.020 |

Realizado por: Daniel Guaman

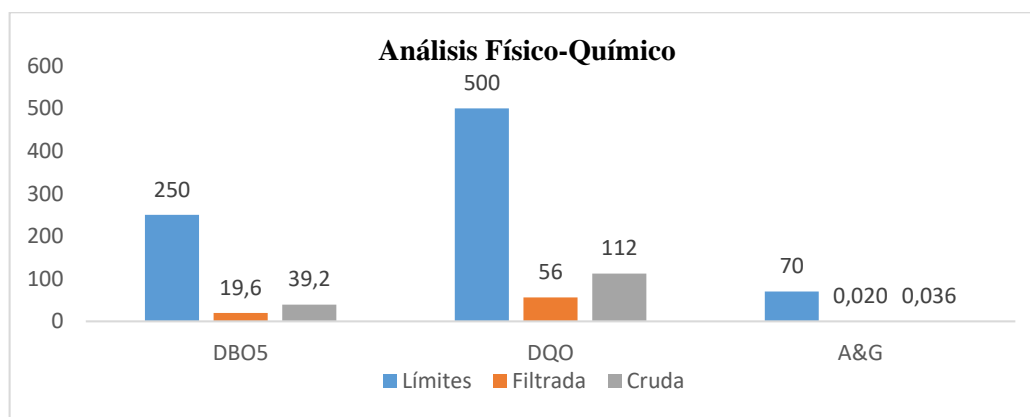


Gráfico 3. Resultados a los 30 días.

Realizado por: Daniel Guaman

➤ **Cuarto análisis**

Tabla 13. Resultados de la muestra antes de ser filtrada a los 40 días

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
|---|----------|---------|------------|
| PARÁMETROS | UNIDADES | LÍMITES | RESULTADOS |
| DBO ₅ | (mg/l) | 250 | 374 |
| DQO | (mg/l) | 500 | 998 |
| Aceites y Grasas | (mg/l) | 70 | 266.67 |

Realizado por: Daniel Guaman

Tabla 14. Resultados de la muestra filtrada a los 40 días

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
|---|----------|---------|------------|
| PARÁMETROS | UNIDADES | LÍMITES | RESULTADOS |
| DBO ₅ | (mg/l) | 250 | 108 |
| DQO | (mg/l) | 500 | 287 |
| Aceites y Grasas | (mg/l) | 70 | 133.32 |

Realizado por: Daniel Guaman

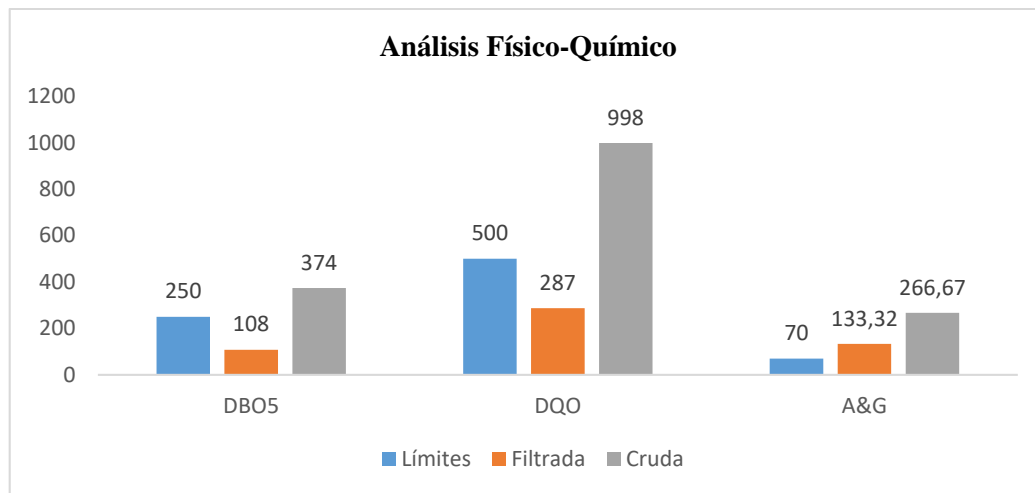


Gráfico 4. Resultados a los 40 días.

Realizado por: Daniel Guaman

➤ **Quinto análisis**

Tabla 15. Resultados de la muestra antes de ser filtrada a los 50 días

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
|---|----------|---------|------------|
| PARÁMETROS | UNIDADES | LÍMITES | RESULTADOS |
| DBO ₅ | (mg/l) | 250 | 68 |
| DQO | (mg/l) | 500 | 186 |
| Aceites y Grasas | (mg/l) | 70 | 200 |

Realizado por: Daniel Guaman

Tabla 16. Resultados de la muestra filtrada a los 50 días

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
|---|----------|---------|------------|
| PARÁMETROS | UNIDADES | LÍMITES | RESULTADOS |
| DBO ₅ | (mg/l) | 250 | 39 |
| DQO | (mg/l) | 500 | 87 |
| Aceites y Grasas | (mg/l) | 70 | 66.67 |

Realizado por: Daniel Guaman

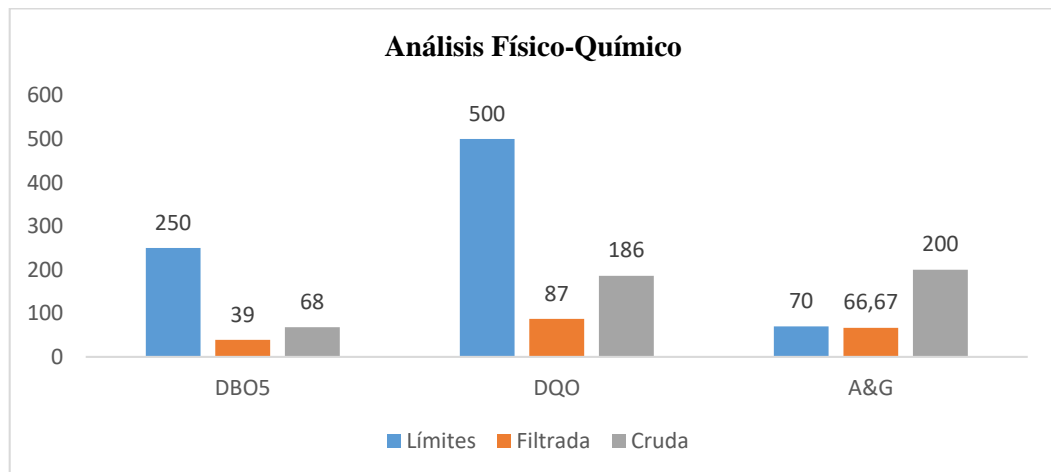


Gráfico 5. Resultados a los 50 días.

Realizado por: Daniel Guaman

➤ **Sexto análisis**

Tabla 17. Resultados de la muestra antes de ser filtrada a los 60 días

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
|---|----------|---------|------------|
| PARÁMETROS | UNIDADES | LÍMITES | RESULTADOS |
| DBO ₅ | (mg/l) | 250 | 189 |
| DQO | (mg/l) | 500 | 438 |
| Aceites y Grasas | (mg/l) | 70 | 173 |

Realizado por: Daniel Guaman

Tabla 18. Resultados de la muestra filtrada a los 60 días

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
|---|----------|---------|------------|
| PARÁMETROS | UNIDADES | LÍMITES | RESULTADOS |
| DBO ₅ | (mg/l) | 250 | 75 |
| DQO | (mg/l) | 500 | 146 |
| Aceites y Grasas | (mg/l) | 70 | 66.67 |

Realizado por: Daniel Guaman

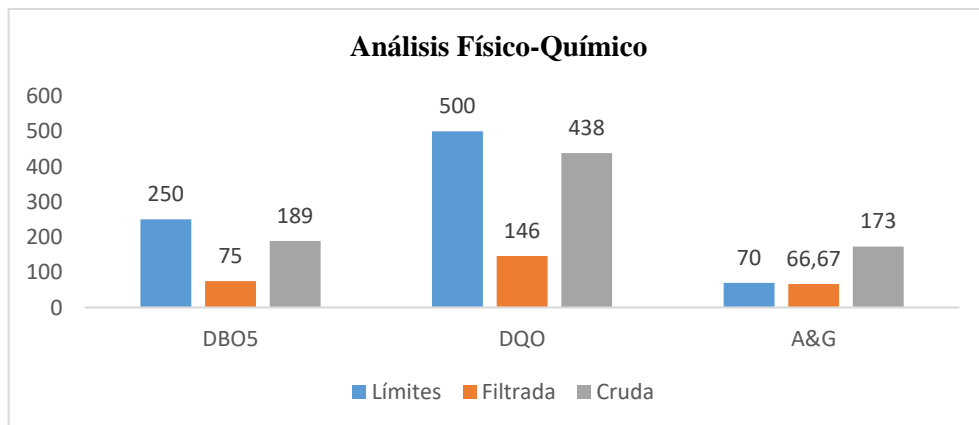


Gráfico 6. Resultados a los 60 días.

Realizado por: Daniel Guaman

➤ Séptimo análisis

Tabla 19. Resultados de la muestra antes de ser filtrada a los 70 días

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
|---|----------|---------|------------|
| PARÁMETROS | UNIDADES | LÍMITES | RESULTADOS |
| DBO ₅ | (mg/l) | 250 | 186 |
| DQO | (mg/l) | 500 | 467 |
| Aceites y Grasas | (mg/l) | 70 | 66.67 |

Realizado por: Daniel Guaman

Tabla 20. Resultados de la muestra filtrada a los 70 días

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
|---|----------|---------|------------|
| PARÁMETROS | UNIDADES | LÍMITES | RESULTADOS |
| DBO ₅ | (mg/l) | 250 | 62 |
| DQO | (mg/l) | 500 | 135 |
| Aceites y Grasas | (mg/l) | 70 | 0.26 |

Realizado por: Daniel Guaman

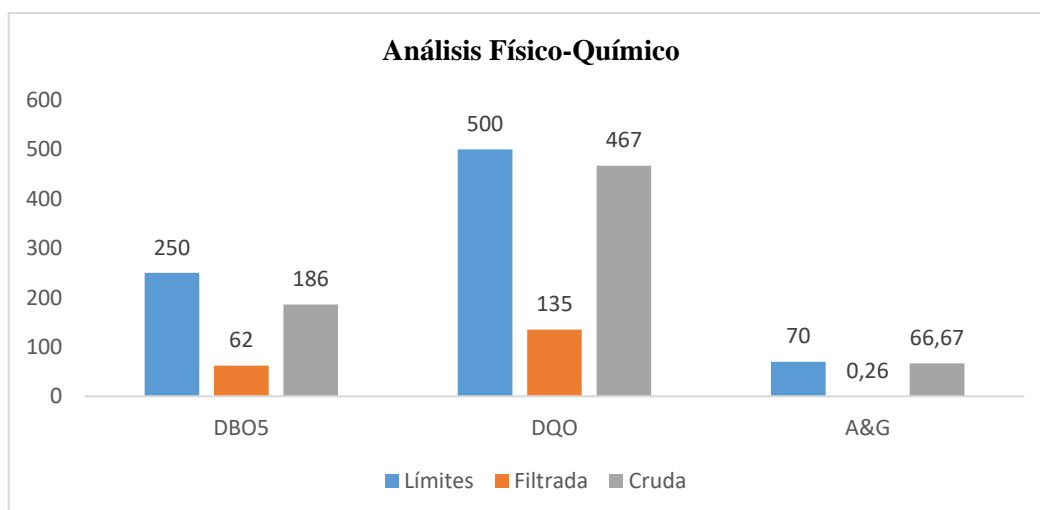


Gráfico 7. Resultados a los 70 días.

Realizado por: Daniel Guaman

➤ **Octavo análisis**

Tabla 21. Resultados de la muestra antes de ser filtrada a los 80 días

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
|---|----------|---------|------------|
| PARÁMETROS | UNIDADES | LÍMITES | RESULTADOS |
| DBO ₅ | (mg/l) | 250 | 1481 |
| DQO | (mg/l) | 500 | 2955 |
| Aceites y Grasas | (mg/l) | 70 | 528 |

Realizado por: Daniel Guaman

Tabla 22. Resultados de la muestra filtrada a los 80 días

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
|---|----------|---------|------------|
| PARÁMETROS | UNIDADES | LÍMITES | RESULTADOS |
| DBO ₅ | (mg/l) | 250 | 289.87 |
| DQO | (mg/l) | 500 | 707 |
| Aceites y Grasas | (mg/l) | 70 | 203 |

Realizado por: Daniel Guaman

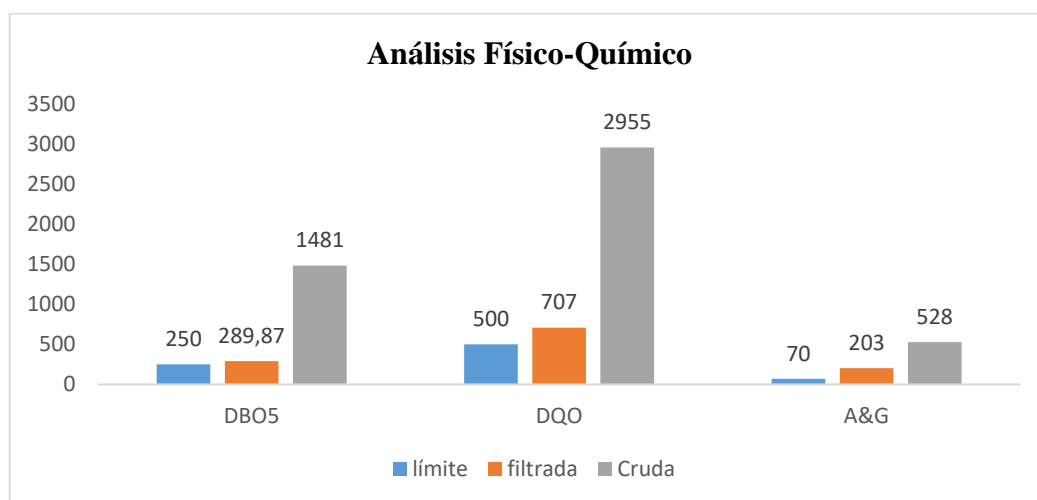


Gráfico 8. Resultados a los 80 días.

Realizado por: Daniel Guaman

➤ **Noveno análisis**

Tabla 23. Resultados de la muestra antes de ser filtrada a los 90 días

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
|---|----------|---------|------------|
| PARÁMETROS | UNIDADES | LÍMITES | RESULTADOS |
| DBO ₅ | (mg/l) | 250 | 1481 |
| DQO | (mg/l) | 500 | 2955 |
| Aceites y Grasas | (mg/l) | 70 | 528 |

Realizado por: Daniel Guaman

Tabla 24. Resultados de la muestra filtrada a los 90 días

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
|---|----------|---------|------------|
| PARÁMETROS | UNIDADES | LÍMITES | RESULTADOS |
| DBO ₅ | (mg/l) | 250 | 289.87 |
| DQO | (mg/l) | 500 | 707 |
| Aceites y Grasas | (mg/l) | 70 | 203 |

Realizado por: Daniel Guaman

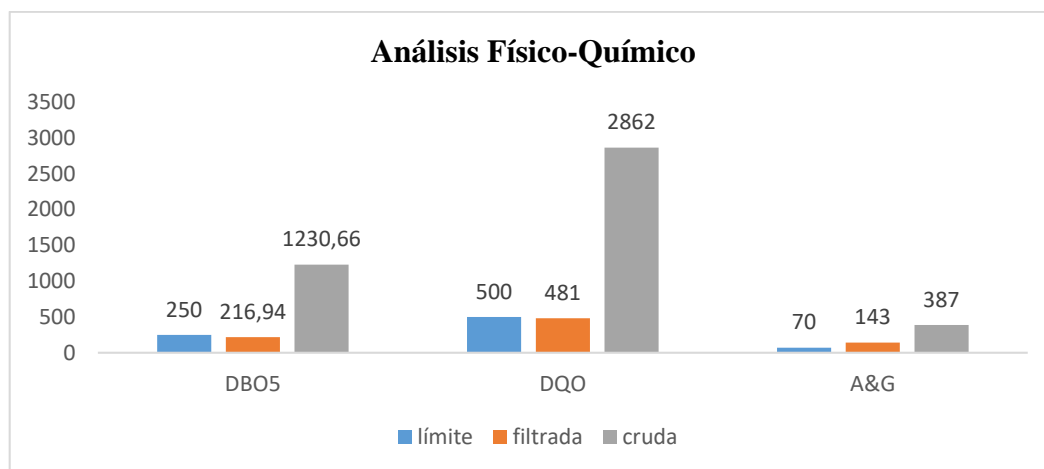


Gráfico 9. Resultados a los 90 días.

Realizado por: Daniel Guaman

Los análisis de los parámetros DBO₅, DQO, Aceites y Grasas, se realizaron en un laboratorio acreditado llamado Laboratorio de Servicios Ambientales de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH).

El parámetro de aceites y grasas, también se realizó en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica (FICM), de la Universidad Técnica de Ambato (UTA).

4.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.2.1. ANÁLISIS DE LOS PARÁMETRO ESTABLECIDO.

➤ Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)

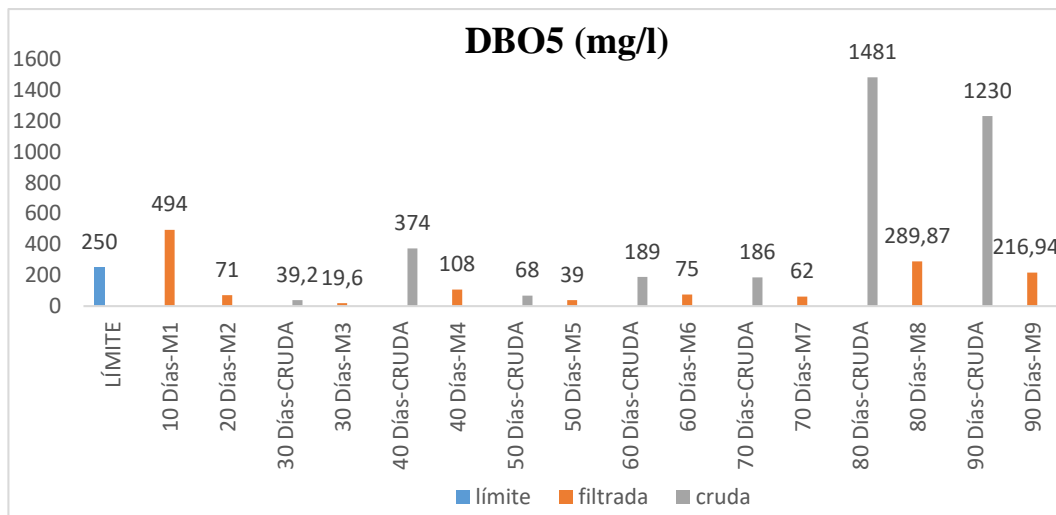


Gráfico 10. Resultados DBO₅.
Realizado por: Daniel Guaman

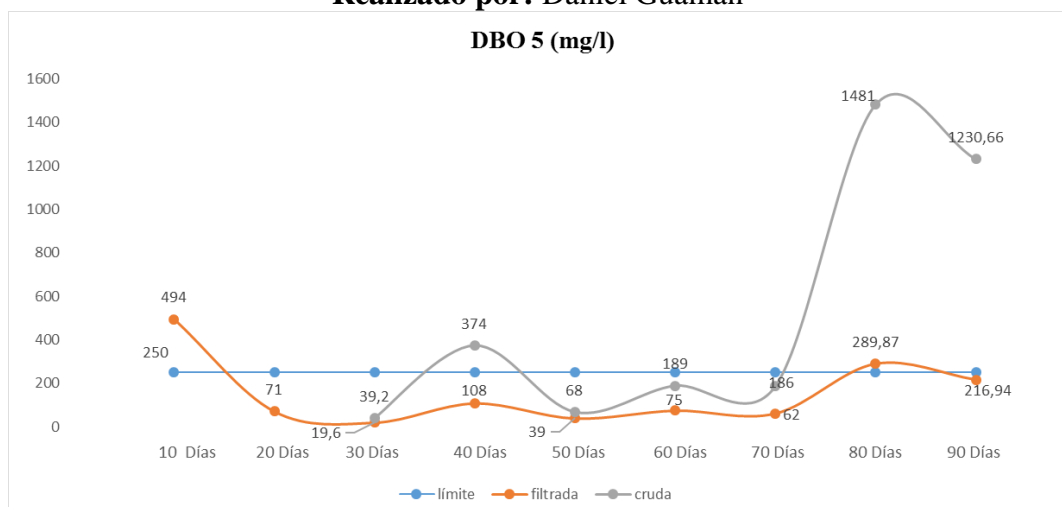


Gráfico 11. Valores de DBO₅. Vs Muestras
Realizado por: Daniel Guaman

El análisis de la muestra cruda de la DBO₅, se realizó a los 30 días dándonos un valor de 39.20 mg/l, siendo el más bajo en comparación con los otros valores de la muestra cruda. Los análisis a los 80 y 90 días, nos arrojaron los valores más altos durante el funcionamiento del filtro.

Los resultados de los análisis de la DBO₅, de la muestra filtrada, en su mayoría se mantuvieron bajo el límite máximo permisible, a excepción de dos resultados que

son a los 10 y 80 días. Los valores de la muestra cruda a los 30 días, 50 días, 60 días, y 70 días, se encuentran bajo el límite máximo. Mientras que en los 40, 80 y 90 días, no cumplen con el límite máximo (250 mg/l) dado por el TULSMA, Libro VI, Anexo 1, límites de descarga al sistema de alcantarillado público.

➤ **Demanda Química de Oxígeno (DQO)**

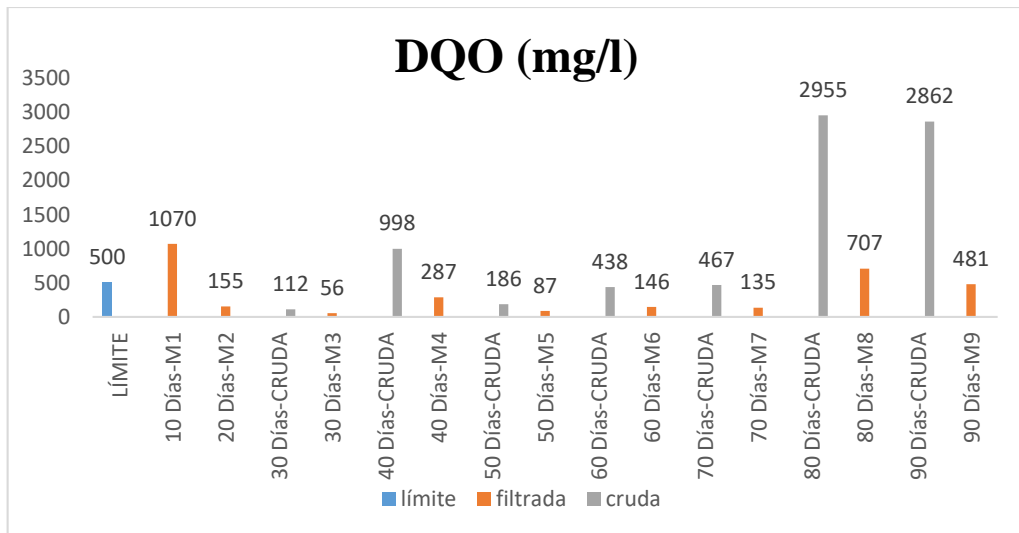


Gráfico 12. Resultados DQO.
Realizado por: Daniel Guaman

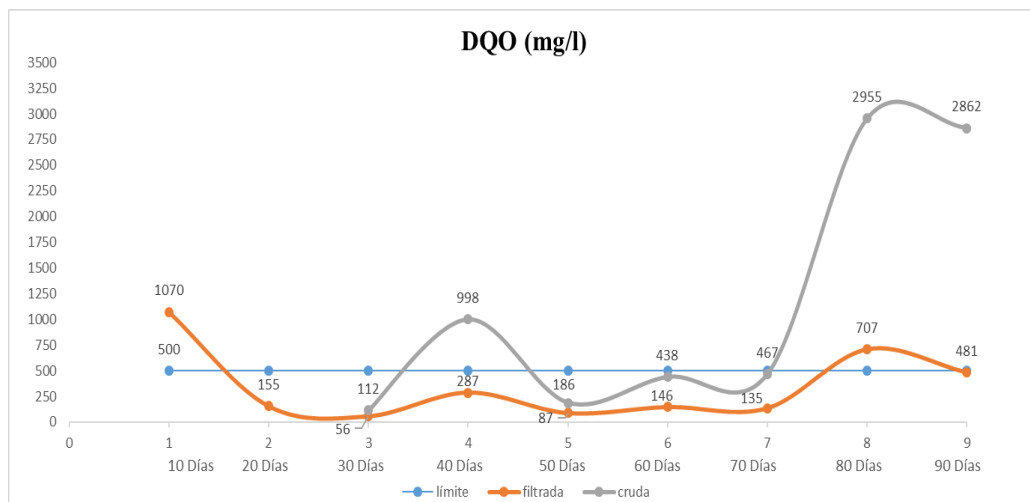


Gráfico 13. Valores de DQO. Vs Muestras
Realizado por: Daniel Guaman

Los resultados de los análisis de la muestra filtrada a los 10 y 80 días, superan el valor del límite máximo permisible (500mg/l), mientras que en el lapso de los 20 a 70 y a los 90 días los resultados se encuentran dentro del límite máximo dado por el TULSMA, Libro VI, Anexo 1, límites de descarga al sistema de alcantarillado público

➤ **Aceites y Grasas (A&G)**

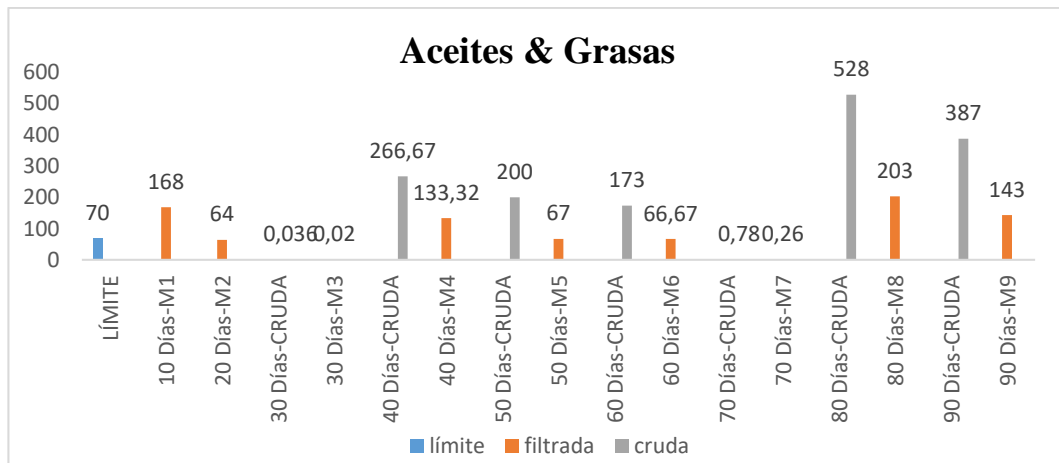


Gráfico 14. Resultados Aceites y Grasas.
Realizado por: Daniel Guaman

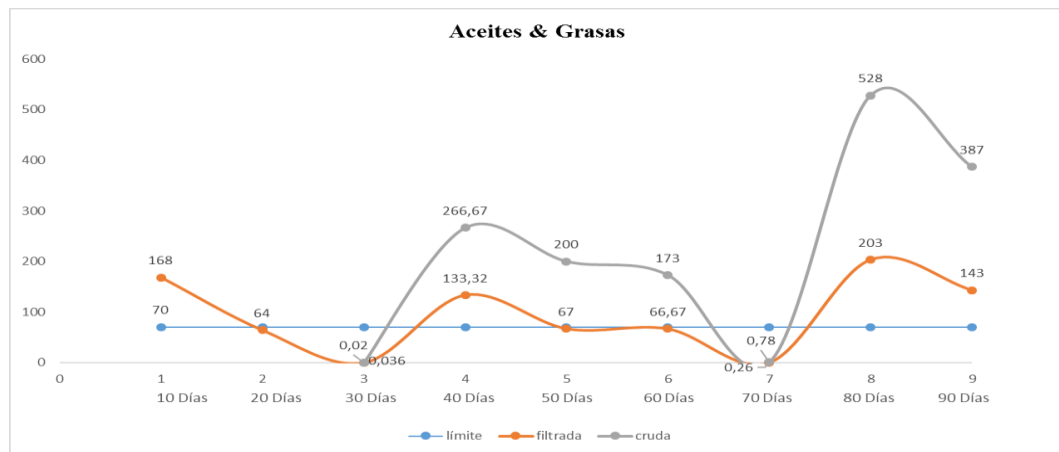


Gráfico 15. Valores de Aceites y Grasas. Vs Muestras
Realizado por: Daniel Guaman

La muestra cruda (agua residual), durante el funcionamiento del filtro nos da resultados de los análisis en su mayoría que sobre pasan el límite máximo permisible (70mg/l), llegando a un valor de 528 mg/l, a los 80 días como valor más alto, mas no en los 30 y 70 días que se encuentran dentro del límite llegando a un mínimo valor de 0.036 mg/l, a los 30 días.

Los resultados de los análisis de la muestra filtrada, nos dan cinco valores que se encuentran bajo el límite máximo permisible correspondiente a los días 20, 30, 50, 60 y 70. Mientras que los demás resultados obtuvieron una disminución en comparación con la muestra cruda con valores que no se encuentran dentro del límite máximo permisible dado por el TULSMA, Libro VI, Anexo 1, límites de descarga al sistema de alcantarillado público.

Tabla 25. Resultados de las muestras crudas y filtradas.

| N° Muestras | Días de Filtración | DBO5 (mg/l) | | Lim. Max. DBO5 | DQO (mg/l) | | Lim. Max. DQO | Aceites y Grasas (mg/l) | | Lim. Max. A&G |
|-------------|--------------------|-------------|----------|----------------|------------|----------|---------------|-------------------------|----------|---------------|
| | | Cruda | Filtrada | | Cruda | Filtrada | | Cruda | Filtrada | |
| 1 | 10 | - | 494 | 250 | - | 1070 | 500 | - | 168 | 70 |
| 2 | 20 | - | 71 | 250 | - | 155 | 500 | - | 64 | 70 |
| 3 | 30 | 39.2 | 19.6 | 250 | 112 | 56 | 500 | 0.036 | 0.020 | 70 |
| 4 | 40 | 374 | 108 | 250 | 998 | 287 | 500 | 266.67 | 133.32 | 70 |
| 5 | 50 | 68 | 39 | 250 | 186 | 87 | 500 | 200 | 66.67 | 70 |
| 6 | 60 | 189 | 75 | 250 | 438 | 146 | 500 | 173 | 66.67 | 70 |
| 7 | 70 | 186 | 62 | 250 | 467 | 135 | 500 | 0.78 | 0.26 | 70 |
| 8 | 80 | 1481 | 289.87 | 250 | 2955 | 707 | 500 | 528 | 203 | 70 |
| 9 | 90 | 1230.66 | 216.94 | 250 | 2862 | 481 | 500 | 387 | 143 | 70 |

Fuente.- informe de análisis físico-químico, Facultad de Ingeniería Ambiental (UNACH) y normativa TULSMA

Realizado por: Daniel Guaman

4.2.2. ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA DE CADA PARÁMETRO

Para determinar la eficiencia de cada parámetro se aplicó la formula siguiente:

$$Eficiencia = \frac{Mc1 - Mfl}{Mc1} * 100$$

Donde:

Mc1 = Resultado de la muestra cruda.

Mfl = Resultado de la muestra filtrada.

➤ Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)

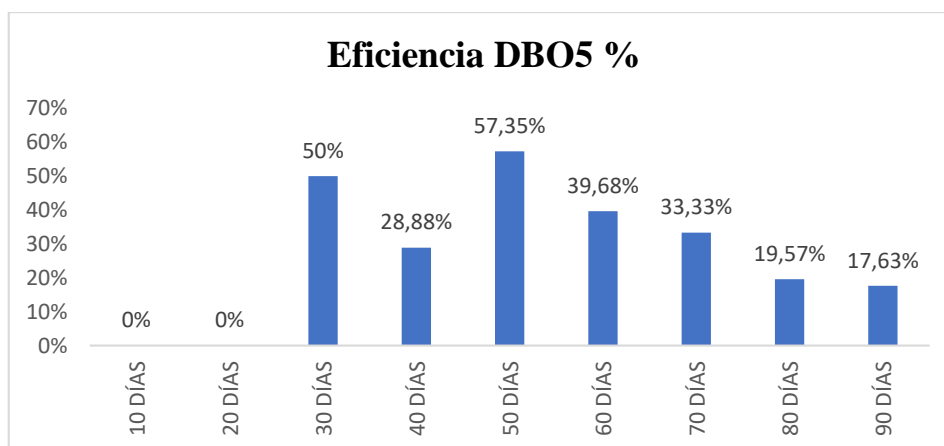


Gráfico 16. Eficiencia DBO5 vs Tiempo

Realizado por: Daniel Guaman

El parámetro DBO5 a partir de los 30 días se puede observar que tiene una eficiencia del 50%, y posteriormente a los 40 días disminuye a un 28.88%. A los 50 días nos da una eficiencia de 57.35% siendo el más alto que se obtuvo durante el funcionamiento del filtro, y al transcurrir del tiempo la misma fue descendiendo hasta una eficiencia del 17.63% en los 90 días siendo el valor de menor eficiencia.

Al lograr estos niveles de eficiencia se puede presumir que se debe al cambio de una capa superior de 4 cm de espesor del material filtrante a los 45 días.

➤ Demanda Química de Oxígeno (DQO)

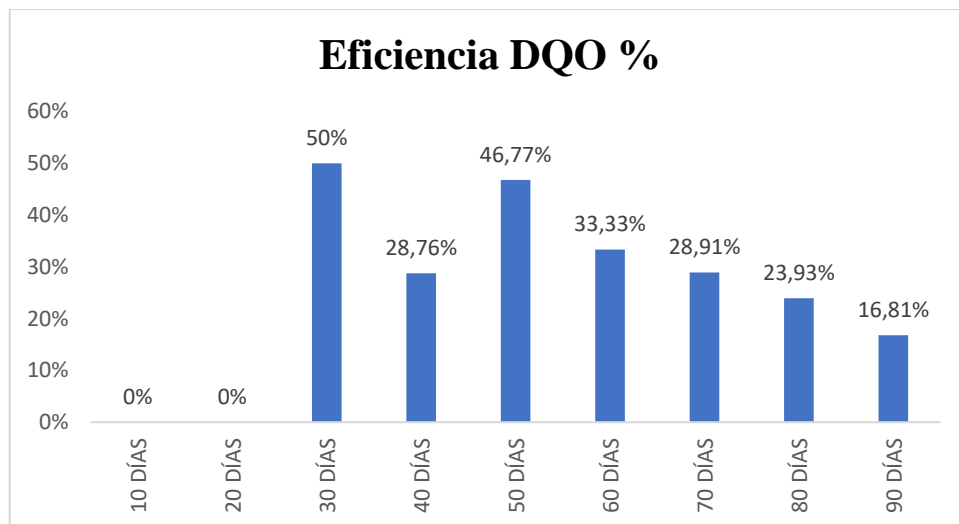


Gráfico 17. Eficiencia DQO vs Tiempo
Realizado por: Daniel Guaman

La eficiencia de la DQO, como valor más alto en todo el tiempo de funcionamiento del filtro nos da un 50% a los 30 días, y posteriormente se aprecia una disminución al 28.76%. A los 50 días obtenemos un 46.77% de eficiencia que con el transcurrir del tiempo fue descendiendo hasta la culminación del funcionamiento del filtro.

La DQO nos da un 32.64% de eficiencia promedio durante el periodo de funcionamiento del filtro.

➤ Aceites y Grasas (A&G)

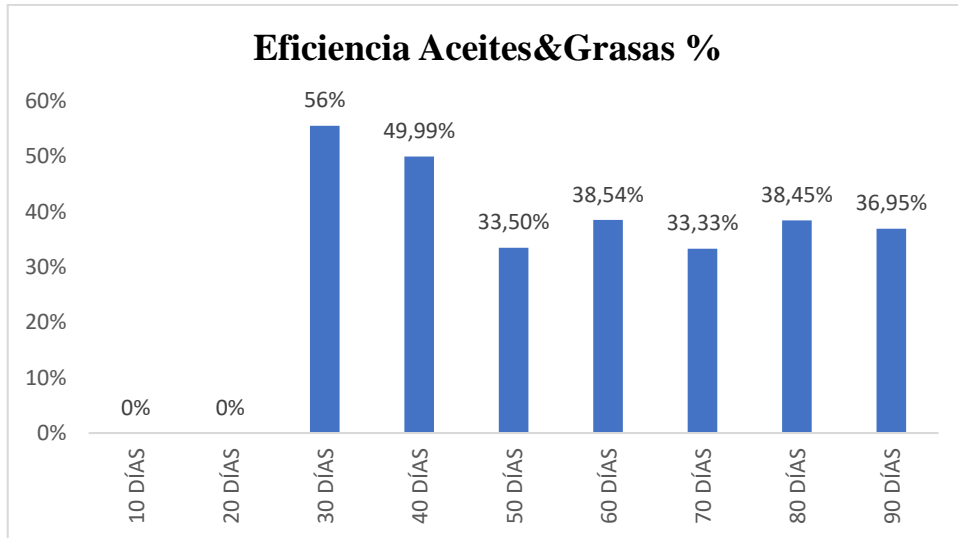


Gráfico 18. Eficiencia Aceites y Grasas vs Tiempo
Realizado por: Daniel Guaman

Los resultados analizados del parámetro aceites y grasas, ha obtenido valores favorables a los 30 días con un 56% y a los 40 días con un 49.99%, por consiguiente, los valores fueron descendiendo durante el funcionamiento del proceso de filtración.

La eficiencia de Aceites y Grasas, durante el tiempo transcurrido y con los resultados obtenidos nos da una eficiencia promedio del 40.90% favorable al parámetro analizado.

4.3. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Los resultados de los análisis realizados al efluente de una lavadora de autos y al agua filtrada nos permiten verificar que la hipótesis del presente trabajo se cumple, ya que con la aplicación del material filtrante se logró disminuir la contaminación de los parámetros establecidos.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La infraestructura con la que cuenta la lavadora de autos Monster Wash del Cantón Ambato, es por un tanque receptor de agua potable, Bomba de agua, Compresor de aireación, Rampas de vehículos livianos, Tanques recolectores de aguas residuales, Bodega, Área de garaje, Instalaciones sanitarias, Red agua potable, permitiendo así desarrollar eficientemente las actividades correspondientes al lavado de los autos, y cumplir con los requerimientos establecidos.
- El caudal que se maneja en la lavadora de autos Monster Wash del Cantón Ambato, tiende a aumentar en los días con más afluencia de vehículos que requieren los servicios de la lavadora, por lo tanto, se maneja un caudal promedio de 1.400 m³/día, en el proceso de lavado de autos, este dato se estimó por medio del medidor de agua potable exclusivamente para este proceso.
- La biodegradabilidad del agua residual de la lavadora de autos se realizó mediante la determinación de DBO₅, DQO y Aceites & Grasas a través de métodos estándar que permitieron la comparación del agua residual y el agua filtrada, proporcionándonos una reducción de los valores de la DBO₅, en un 35.21%, la DQO en un 32.64% y Aceites & Grasas en un 40.90%, como valores promedio tomados durante el funcionamiento del filtro. Esta caracterización nos permitió determinar el grado de contaminación de cada parámetro analizado antes y después del proceso de filtración.
- Estos resultados permiten concluir que el material filtrante logro disminuir el grado de contaminación del efluente generado por la lavadora de autos Monster Wash del Cantón Ambato, por lo que se presenta como una opción idónea para este tipo de aguas residuales.

5.2. RECOMENDACIONES

- En la infraestructura de la lavadora de autos Monster Wash, del Cantón Ambato, se debería instalar una trampa de grasas, para ayudar al funcionamiento del filtro. Es necesario que cuente con una cubierta sobre las rampas, previniendo así que el agua lluvia se combine con el agua residual.
- Para una mejor determinación del caudal con el que se maneja la lavadora de autos es recomendable que se tome la lectura del medidor de la acometida de agua potable durante un tiempo estimado de 365 días, a una hora fija, permitiéndonos tener una mejor perspectiva de la afluencia de vehículos que maneja la lavadora de autos, y así obtener un valor de caudal más eficiente.
- Para monitorear las características de biodegradabilidad y correcto funcionamiento del filtro si se llegara a implementar se recomienda que en la toma de muestras, es necesario usar botellas de ámbar, con su respectiva etiqueta, cumpliendo con las normas establecidas, que posteriormente serán transportadas a un laboratorio acreditado, para sus respectivos análisis, garantizando así resultados confiables.
- Si se llega a instalar el filtro y cuando entre en funcionamiento se sugiere retirar la capa superior del material retenido por el aserrín cuando presente problemas de permeabilidad, además es recomendable realizar una limpieza del difusor del agua residual para evitar un taponamiento de las perforaciones, logrando así un funcionamiento óptimo del filtro.

1. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Concienciaeco, Julio.2017. La Importancia de las Agua Residuales. 20 marzo 2017 [En línea]. <http://www.concienciaeco.com/2017/03/20/aguas-residuales-dia-mundial-del-agua-2017/>
- [2] Enfoque UTE, V.7-N.3, Sep.2016, pp.41 – 56, [En línea]. <http://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/> e-ISSN: 1390-6542 / p-ISSN: 1390-9363
- [3] Revista Lasallista de Investigación, vol. 1, núm. 2, 2004, pp. 61-66. Corporación Universitaria Lasallista.” La biofiltración, una alternativa para la potabilización del agua”, [En línea]. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69510210>
- [4] Tecnología y Ciencia del agua, vol. III, núm. 3, julio-septiembre de 2012, pp. 153-161. [En línea]. <http://www.scielo.org.mx/pdf/tca/v3n3/v3n3a11>.
- [5] N. Coronel, 2015, p. 12. “Diseño e implementación a escala de un biofiltro Tohá en la Espoch para la Depuración de aguas residuales”, [En línea]. <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/4802/1/236T0150>.
- [6] Patricio Basaure. 2008. “Aserrín de Madera/datos al compostar”.Material y Métodos, Publ.23/10/2008.[Enlínea].<http://www.manualdelombricultura.com/foro/mensajes/16675.html>
- [7] Unesco, Durban. 2017. Desarrollo de los Recursos Hídricos. [En línea] 22 de marzo de 2017. <http://www.unesco.org/new/es/unesco/events/prizes-and-celebrations/celebrations/international-days/world-water-day-2017/>
- [8] Senagua. Alexis Sanchez. Aguas Residuales: Realidad y Perpectivas. Octubre 2014. [En línea]. <https://es.slideshare.net/CCIFEC/20-gestin-de-aguas-residuales-en-ecuador-senagua>
- [9] Internet, Planta de Tratamiento de Aguas Servidas para Ambato. 12 agosto 2016. [En línea]. <http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/regional-centro/1/una-planta-de-tratamiento-de-aguas-propuesta-hace-35-anos-toma-forma-en-2016>
- [10] De la Salle, Aragón Martínez R.; Pereda Gonzales C.; Zavaleta Arango O. Universidad la Salle. “Filtro de aguas grises.” [En línea].

<https://www.emaze.com/@AOCOTLCI/Filtros-de-aguas-grises->

- [11] Rodríguez A.; Letón P.; Rosal R.; Dorado M.; Villar S.; Sanz J. Vt 2, Madrid 2006., pp. 1,20. “Tratamientos Avanzados de Aguas Residuales Industriales”. Universidad de Alcáala del Círculo de Innovación en Tecnologías Medioambientales y Energía (CITME).
- [12] Bravo Herrera C. Osorno Sánchez C. Salgado Bervis E. Managua. Marzo – julio 2016. p.16. “: PROPUESTA DE UN TRATAMIENTO PARA ACEITES Y GRASAS DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA MICROEMPRESA “PRODUCTOS VERDES” LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA, UNAN – MANAGUA.
- [13] Lenntech BV. 2017. “Tratamiento y Purificación del Agua”. [En línea]. <http://www.lenntech.es/procesos/desinfeccion/que.esdesinfeccion.htm#ixzz4odS2lZD6>
- [14] Spinelli M. cricyt.edu. “Encyclopedia – Efluentes”. [En línea]. <http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/Efluentes.htm>
- [15] Metcalf & Eddy.; Madrid 1996; Volumen 1., 3ra Edición., pp. 59,73. “Ingeniería de aguas residuales, Tratamiento, Vertido y Reutilización”.
- [16] «NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES : RECURSO AGUA, Libro VI, Anexo 1,» de TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE TULSMA, 2010.
- [17] Br. Freitas A.; Lourdes J. Caracas, noviembre 2008. pp.29,33. “Minimización de los efluentes líquidos de la planta de producción EFE y mejoramiento del sistema de tratamiento de aguas residuales.” Universidad Central de Venezuela.
- [18] M. Espigares García y J. A. Pérez López. Granada. 1985., pp.13,15. “Aspectos sanitarios del estudio de las aguas”. Universidad de Granada. Servicio de Publicaciones.
- [19] M. Aguirre, 02 Junio 2013 «Agua y Depuración,». [En línea]. Available: <http://www.aguaydepuracion.com/que-diferencia-hay-entre-dbo-y-dqo/>
- [20] Valdez E. Vásquez A.; México, D.F. 2003., p.28. “Ingeniería de los sistemas de tratamiento y disposición de aguas residuales”. Universidad Nacional Autónoma de México. Ingeniería Sanitaria y Ambiental, UNAM.
- [21] Otero Calviño N., Curso, Julio 2006. Ciencias y Tecnologías. p.103., “Filtración de Aguas Residuales para Reutilización”. Universidad de la

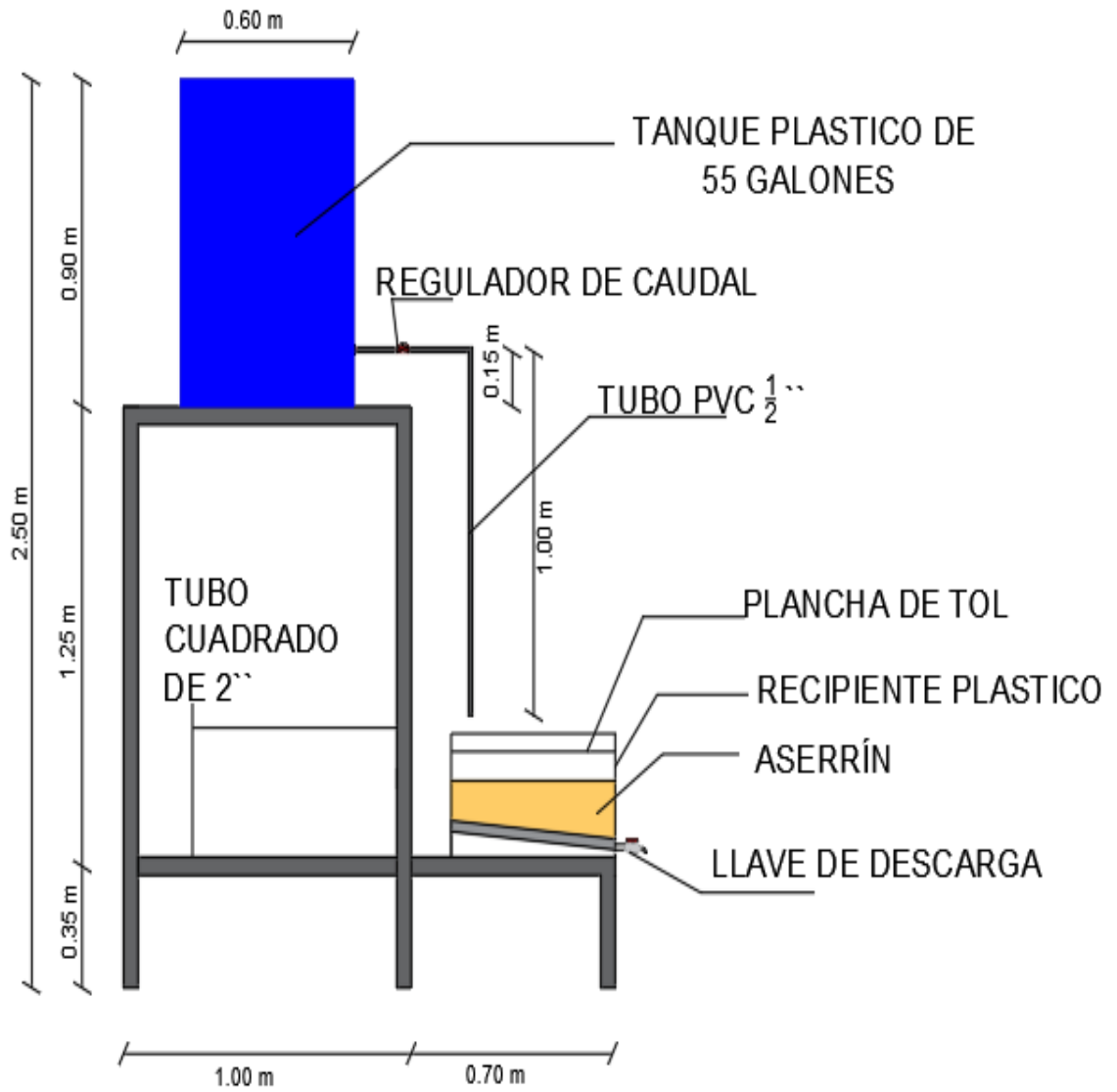
Laguna. [En línea]. <ftp://tesis.bbt.ull.es/ccppytec/cp273.pdf>

- [22] ATSDR. 06 de mayo de 2016, «Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades,» Departamento de Salud y Servicios humanos, [En línea]. https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts123.html
- [23] Cidta. Universidad de Salamanca, Capítulo 4. Filtración. “Filtración a través de un lecho filtrante”. [En línea]. http://cidta.usal.es/cursos/etap/modulos/curso/uni_05/u5c4s5.htm#Anchor4
- [24] Amare T. Adugna, Harinaivo A. Andrianisa, Yacouba Konate, Awa Ndiaye y Amadou H. Maiga (2015): Comparación de rendimiento de arena y aserrín fino vermifiltros en el tratamiento de aguas grises concentrada para el pobre, Tecnología Ambiental, DO Iurbana. [En línea]. <http://dx.doi.org/10.1080/09593330.2015.1046951>
- [25] Velasco V. Udlá 2015. p.16. “Vermifiltros para el Tratamiento de Aguas Residuales”. Ingeniería Ambiental en Prevención y Remediación. [En línea]. <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/4470/1/UDLA-EC-TIAM-2015-17.pdf>
- [26] Moeller Chávez G; Sandoval L; Ramírez A; Ramírez E; Cardoso L; Escalante V; Tomasini A; Miranda E; Mijaylova P; Ortiz G; pp. 32-36. “Tratamiento de Aguas Residuales” Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- [27] John C. Crittenden, R. Rhodes Trussell, David W. Hand, Kerry J. Howe and George Tchobanoglous; Third Edition; p. 1119. “MWH’s Water Treatment: Principles and Design”

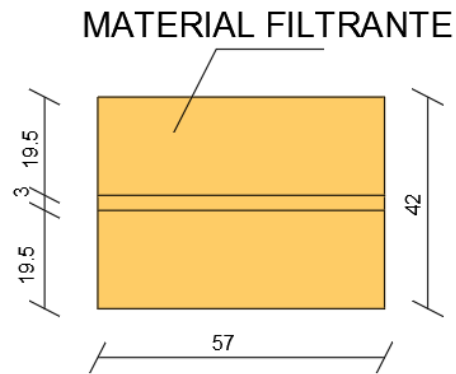
2. ANEXOS

2.1. Planos

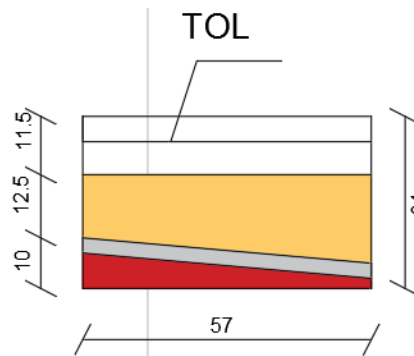
DISEÑO DEL FILTRO



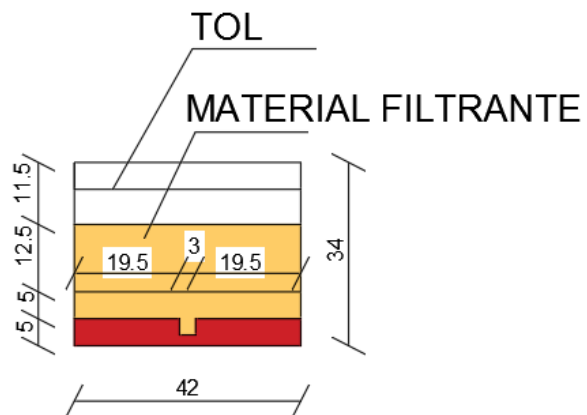
PROTOTIPO DEL FILTRO



VISTA SUPERIOR



VISTA LATERAL

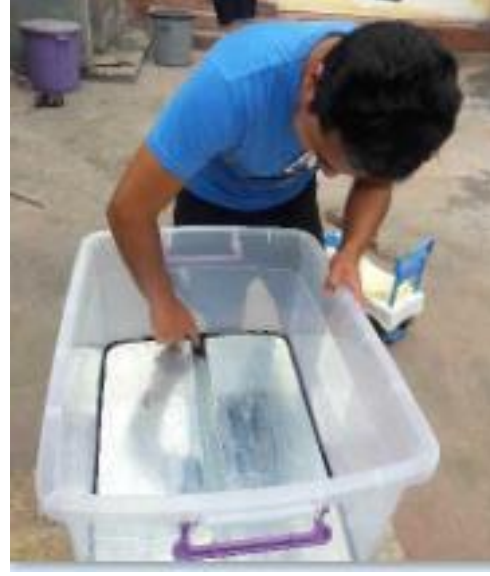


VISTA FRONTAL

2.2. Anexos Fotográficos



Instalación de las tuberías al tanque



Pegado del tol al recipiente



Aserradero para obtención del aserrín



Material filtrante aserrín



Separación de la viruta del aserrín



Colocación del material filtrante en el recipiente plástico.



Colocación del aserrín con el volumen indicado.



Plancha de tol para distribuir el agua residual.



Sistema experimental



Llenado diario al tanque de 55 galones



Tanque lleno a 55 galones



Válvula para la calibración del caudal



Medición del caudal determinado en 1 min



Descarga del agua filtrada



Tanque de 1m3 de AP



Limpieza de la plancha de tol



Muestra de agua cruda



Muestra de agua filtrada



Botellas para la toma de muestras



Muestras refrigeradas para transportar al laboratorio



Remoción de la capa superior a los 45 días



Capa nueva de aserrín



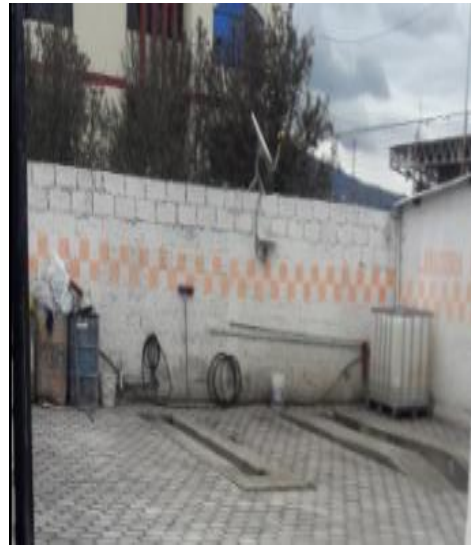
Base del tanque al final de su funcionamiento



Material filtrante después de su funcionamiento



Tanque reservorio de 1000 ltrs de la lavadora



Rampas de la lavadora mediana y grande



Medidor de agua potable que utiliza la lavadora



Casa de vivienda y bodega de la lavadora



Muestra cruda y filtrada



Probeta de muestra cruda 150 ml



Probeta de muestra filtrada 150 ml



Muestra cruda y filtrada en reposo en el embudo



Colocación de Hexano en el embudo



Colocar ácido sulfúrico (H_2SO_4)



Pesar el balón vacío



Dejar la capa superior (grasa) del agua en el embudo



Colocar la grasa en el balón



Poner el balón en la manta electrónica



Enfriar el balón y pesar

2.3. Informe de los Análisis



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



N° SE: 125-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Daniel Guamán **INFORME N°** 125- 17
EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato **N° SE:** 125-17
DIRECCIÓN: Ambato
TELÉFONO: 0982001772 **FECHA DE RECEPCIÓN:** 17 - 07 -17
NÚMERO DE MUESTRAS: 1, Agua residual lubricadora, Ambato **FECHA DE INFORME:** 24 - 07- 17
IDENTIFICACIÓN: MA - 270-17 **TIPO DE MUESTRA:** Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 270-17

| PARÁMETROS | UNIDADES | MÉTODO/PROCEDIMIENTO | RESULTADO | U(K=2) | FECHA DE ANÁLISIS |
|--------------------|----------|----------------------------------|-----------|--------|-------------------|
| * Aceites y grasas | mg/l | EPA 418.1 | 168 | N/A | 17 - 07 -17 |
| DQO | mg/l | STANDARD METHODS 5220 - D mod | 1070 | N/A | 17 - 07 -17 |
| * DBO5 | mg O2/l | STANDARD METHODS 5210 - B | 494 | N/A | 17 - 07 -17 |

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara
Benito Mendoza T., Ph.D.


Dr. Juan Carlos Lara R.
TECNICO L.S.A.

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

Página 1 del 1

FMC2101-01

L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo.



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



Nº SE: 154-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Daniel Guamán **INFORME Nº** 154- 17
EMPRESA: Proyecto de Tesis Universidad Técnica de Ambato **Nº SE:** 154-17
DIRECCIÓN: Ambato
TELÉFONO: 0982001772 **FECHA DE RECEPCIÓN:** 27 - 07 -17
NÚMERO DE MUESTRAS: 1, Agua residual lubricadora, Ambato **FECHA DE INFORME:** 03 - 08- 17
IDENTIFICACIÓN: **TIPO DE MUESTRA:**
MA -301-17 Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 301-17

| PARÁMETROS | UNIDADES | MÉTODO/PROCEDIMIENTO | RESULTADO | U(K=2) | FECHA DE ANÁLISIS |
|--------------------|----------|-------------------------------|-----------|--------|-------------------|
| * Aceites y grasas | mg/l | EPA 418.1 | 64 | N/A | 27- 07 -17 |
| DQO | mg/l | STANDARD METHODS 5220 - D mod | 155 | N/A | 27 - 07 -17 |
| * DBO5 | mg O2/l | STANDARD METHODS 5210 - B | 71 | N/A | 27 - 07 -17 |

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara
Benito Mendoza T., Ph.D.



Dr. Juan Carlos Lara R.
TECNICO L.S.A.

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

Página 1 de 1

FMC2101-01

L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo.



Nº SE: 164-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Daniel Guamán INFORME Nº 164- 17
 EMPRESA: Proyecto de Tesis UTA Nº SE: 164-17
 DIRECCIÓN: Ambato FECHA DE RECEPCIÓN: 07 - 08 -17
 TELÉFONO: FECHA DE INFORME: 14 - 08- 17
 NÚMERO DE MUESTRAS: 2
 TIPO DE MUESTRA: Agua residual lavadora autos, Ambato
 IDENTIFICACIÓN:
 MA - 300 -17 Muestra cruda Agua
 MA - 301 -17 Muestra filtrada Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 300 -17

| PARÁMETROS | UNIDADES | MÉTODO/PROCEDIMIENTO | RESULTADO | U(K=2) | FECHA DE ANÁLISIS |
|--------------------|----------|-------------------------------|-----------|--------|-------------------|
| * Aceites y grasas | mg/l | EPA 418.1 | 0.036 | N/A | 07 - 08 -17 |
| DQO | mg/l | STANDARD METHODS 5220 - D mod | 112 | N/A | 07 - 08 -17 |
| * DBO5 | mg O2/l | STANDARD METHODS 5210 - B | 39.2 | N/A | 07 - 08 -17 |

MA - 301 -17

| PARÁMETROS | UNIDADES | MÉTODO/PROCEDIMIENTO | RESULTADO | U(K=2) | FECHA DE ANÁLISIS |
|--------------------|----------|-------------------------------|-----------|--------|-------------------|
| * Aceites y grasas | mg/l | EPA 418.1 | 0.020 | N/A | 07 - 08 -17 |
| DQO | mg/l | STANDARD METHODS 5220 - D mod | 56 | N/A | 07 - 08 -17 |
| * DBO5 | mg O2/l | STANDARD METHODS 5210 - B | 19.6 | N/A | 07 - 08 -17 |

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara
Benito Mendoza T., Ph.D.

Dr. Juan Carlos Lara R.
 TECNICO L.S.A.

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizad(a)s.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



Nº SE: 187-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Daniel Guamán **INFORME Nº** 187- 17
EMPRESA: Proyecto de Tesis UTA **Nº SE:** 187-17
DIRECCIÓN: Ambato **FECHA DE RECEPCIÓN:** 17 - 08 -17
TELÉFONO: **FECHA DE INFORME:** 25- 08- 17
NÚMERO DE MUESTRAS: 2
TIPO DE MUESTRA: Agua residual lavadora autos, Ambato
IDENTIFICACIÓN:
MA - 322 -17 Muestra cruda Agua
MA - 323 -17 Muestra filtrada Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 322 -17

| PARÁMETROS | UNIDADES | MÉTODO/PROCEDIMIENTO | RESULTADO | U(K=2) | FECHA DE ANÁLISIS |
|------------|----------|-------------------------------|-----------|--------|-------------------|
| DQO | mg/l | STANDARD METHODS 5220 - D mod | 998 | N/A | 17 - 08 -17 |
| * DBO5 | mg O2/l | STANDARD METHODS 5210 - B | 374 | N/A | 17 - 08 -17 |

MA - 323 -17

| PARÁMETROS | UNIDADES | MÉTODO/PROCEDIMIENTO | RESULTADO | U(K=2) | FECHA DE ANÁLISIS |
|------------|----------|-------------------------------|-----------|--------|-------------------|
| DQO | mg/l | STANDARD METHODS 5220 - D mod | 287 | N/A | 17 - 08 -17 |
| * DBO5 | mg O2/l | STANDARD METHODS 5210 - B | 108 | N/A | 17 - 08 -17 |

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara
Benito Mendoza T., Ph.D.

Dr. Juan Carlos Lara R.
TECNICO L.S.A.



-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

Página 1 de 1

FMC2101-01

L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo.



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



N° SE: 207-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Daniel Guamán **INFORME N°** 207- 17
EMPRESA: Proyecto de Tesis UTA **N° SE:** 207-17
DIRECCIÓN: Ambato **FECHA DE RECEPCIÓN:** 28- 08 -17
TELÉFONO: **FECHA DE INFORME:** 05- 09- 17
NÚMERO DE MUESTRAS: 1
TIPO DE MUESTRA: Agua residual lavadora autos, Ambato
IDENTIFICACIÓN:

| | | |
|--------------|------------------|------|
| MA - 348 -17 | Muestra cruda | Agua |
| MA - 349 -17 | Muestra filtrada | Agua |

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 348 -17

| PARÁMETROS | UNIDADES | MÉTODO/PROCEDIMIENTO | RESULTADO | U(K=2) | FECHA DE ANÁLISIS |
|------------|----------|----------------------------------|-----------|--------|-------------------|
| DQO | mg/l | STANDARD METHODS 5220 - D mod | 186 | N/A | 28 - 08 -17 |
| * DBO5 | mg O2/l | STANDARD METHODS 5210 - B | 68 | N/A | 28 - 08 -17 |

MA - 349 -17

| PARÁMETROS | UNIDADES | MÉTODO/PROCEDIMIENTO | RESULTADO | U(K=2) | FECHA DE ANÁLISIS |
|------------|----------|----------------------------------|-----------|--------|-------------------|
| DQO | mg/l | STANDARD METHODS 5220 - D mod | 87 | N/A | 28 - 08 -17 |
| * DBO5 | mg O2/l | STANDARD METHODS 5210 - B | 39 | N/A | 28 - 08 -17 |

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara
Benito Mendoza T., Ph.D.


 Dr. Juan Carlos Lara R.
 TÉCNICO L.S.A.

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

FMC2101-01

Página 1 de 1

L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo.



N° SE: 219-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Daniel Guamán **INFORME N°** 219- 17
EMPRESA: Proyecto de Tesis UTA **N° SE:** 219-17
DIRECCIÓN: Ambato **FECHA DE RECEPCIÓN:** 07- 09 -17
TELÉFONO: **FECHA DE INFORME:** 14- 09- 17
NÚMERO DE MUESTRAS: 1
TIPO DE MUESTRA: Agua residual lavadora autos, Ambato
IDENTIFICACIÓN:
 MA - 362 -17 Muestra cruda Agua
 MA - 363 -17 Muestra filtrada Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 362 -17

| PARÁMETROS | UNIDADES | MÉTODO/PROCEDIMIENTO | RESULTADO | U(K=2) | FECHA DE ANÁLISIS |
|--------------------|----------|-------------------------------|-----------|--------|-------------------|
| * Aceites y grasas | mg/l | EPA 418.1 | 173 | N/A | 07 - 09 -17 |
| DQO | mg/l | STANDARD METHODS 5220 - D mod | 438 | N/A | 07 - 09 -17 |
| * DBO5 | mg O2/l | STANDARD METHODS 5210 - B | 189 | N/A | 07 - 09 -17 |

MA - 363 -17

| PARÁMETROS | UNIDADES | MÉTODO/PROCEDIMIENTO | RESULTADO | U(K=2) | FECHA DE ANÁLISIS |
|------------|----------|-------------------------------|-----------|--------|-------------------|
| DQO | mg/l | STANDARD METHODS 5220 - D mod | 146 | N/A | 07 - 09 -17 |
| * DBO5 | mg O2/l | STANDARD METHODS 5210 - B | 75 | N/A | 07 - 09 -17 |

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara
 Benito Mendoza T., Ph.D.

Dr. Juan Carlos Lara R.
 TECNICO L.S.A.

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

FMC2101-01

Página I del

L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo.



Nº SE: 229-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Daniel Guamán **INFORME Nº** 229- 17
EMPRESA: Proyecto de Tesis UTA **Nº SE:** 229-17
DIRECCIÓN: Ambato
FECHA DE RECEPCIÓN: 18- 09 -17
TELÉFONO: **FECHA DE INFORME:** 27- 09- 17
NÚMERO DE MUESTRAS: 1
TIPO DE MUESTRA: Agua residual lavadora autos, Ambato
IDENTIFICACIÓN:
 MA - 373 -17 Muestra cruda Agua
 MA - 374 -17 Muestra filtrada Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 373 -17

| PARÁMETROS | UNIDADES | MÉTODO/PROCEDIMIENTO | RESULTADO | U(K=2) | FECHA DE ANÁLISIS |
|------------|----------|-------------------------------|-----------|--------|-------------------|
| DQO | mg/l | STANDARD METHODS 5220 - D mod | 467 | N/A | 18 - 09 -17 |
| * DBO5 | mg O2/l | STANDARD METHODS 5210 - B | 186 | N/A | 18 - 09 -17 |

MA - 374 -17

| PARÁMETROS | UNIDADES | MÉTODO/PROCEDIMIENTO | RESULTADO | U(K=2) | FECHA DE ANÁLISIS |
|--------------------|----------|-------------------------------|-----------|--------|-------------------|
| * Aceites y grasas | mg/l | EPA 418.1 | 0,26 | N/A | 18 - 09 -17 |
| DQO | mg/l | STANDARD METHODS 5220 - D mod | 135 | N/A | 18 - 09 -17 |
| * DBO5 | mg O2/l | STANDARD METHODS 5210 - B | 62 | N/A | 18 - 09 -17 |

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara
 Benito Mendoza T., Ph.D.

Dr. Juan Carlos Lara R.
 TÉCNICO L.S.A.

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizad(a)s.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



Nº SE: 240-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Daniel Guamán **INFORME Nº** 240- 17
EMPRESA: Proyecto de Tesis UTA **Nº SE:** 240-17
DIRECCIÓN: Ambato **FECHA DE RECEPCIÓN:** 28- 09 -17
TELÉFONO: **FECHA DE INFORME:** 04- 10- 17
NÚMERO DE MUESTRAS: 2
TIPO DE MUESTRA: Agua residual lavadora autos, Ambato
IDENTIFICACIÓN:
MA - 386 -17 Muestra cruda Agua
MA - 387 -17 Muestra filtrada Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 386 -17

| PARÁMETROS | UNIDADES | MÉTODO/PROCEDIMIENTO | RESULTADO | U(K=2) | FECHA DE ANÁLISIS |
|--------------------|----------|----------------------------------|-----------|--------|-------------------|
| * Aceites y grasas | mg/l | EPA 418.1 | 528 | N/A | 28 - 09 -17 |
| DQO | mg/l | STANDARD METHODS 5220 - D mod | 2955 | N/A | 28 - 09 -17 |
| * DBO5 | mg O2/l | STANDARD METHODS 5210 - B | 1481 | N/A | 28 - 09 -17 |

MA - 387 -17

| PARÁMETROS | UNIDADES | MÉTODO/PROCEDIMIENTO | RESULTADO | U(K=2) | FECHA DE ANÁLISIS |
|--------------------|----------|----------------------------------|-----------|--------|-------------------|
| * Aceites y grasas | mg/l | EPA 418.1 | 203 | N/A | 28 - 09 -17 |
| DQO | mg/l | STANDARD METHODS 5220 - D mod | 707 | N/A | 28 - 09 -17 |
| * DBO5 | mg O2/l | STANDARD METHODS 5210 - B | 289,87 | N/A | 28 - 09 -17 |

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara
Benito Mendoza T., Ph.D.


Dr. Juan Carlos Lara R.
TECNICO L.S.A.

-Los resultados de este informe corresponden unicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

Página 1 de 1

FMC2101-01

L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo.



N° SE: 252-17

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Daniel Guamán **INFORME N°** 252-17
EMPRESA: Proyecto de Tesis UTA **N° SE:** 252-17
DIRECCIÓN: Ambato **FECHA DE RECEPCIÓN:** 11-10-17
TELÉFONO: **FECHA DE INFORME:** 18-10-17
NÚMERO DE MUESTRAS: 2
TIPO DE MUESTRA: Agua residual lavadora autos, Ambato
IDENTIFICACIÓN:
 MA - 428 -17 Agua cruda
 MA - 429 -17 Agua filtrada

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 428 -17

| PARÁMETROS | UNIDADES | MÉTODO/PROCEDIMIENTO | RESULTADO | U(K=2) | FECHA DE ANÁLISIS |
|--------------------|----------|-------------------------------|-----------|--------|-------------------|
| * Aceites y grasas | mg/l | EPA 418.1 | 387 | N/A | 11-10-17 |
| DQO | mg/l | STANDARD METHODS 5220 - D mod | 2862 | N/A | 11-10-17 |
| * DBO5 | mg O2/l | STANDARD METHODS 5210 - B | 1230,66 | N/A | 11-10-17 |

MA - 429 -17

| PARÁMETROS | UNIDADES | MÉTODO/PROCEDIMIENTO | RESULTADO | U(K=2) | FECHA DE ANÁLISIS |
|--------------------|----------|-------------------------------|-----------|--------|-------------------|
| * Aceites y grasas | mg/l | EPA 418.1 | 143 | N/A | 11-10-17 |
| DQO | mg/l | STANDARD METHODS 5220 - D mod | 481 | N/A | 11-10-17 |
| * DBO5 | mg O2/l | STANDARD METHODS 5210 - B | 216,94 | N/A | 11-10-17 |

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara
 Benito Mendoza T., Ph.D.

Dr. Juan Carlos Lara R.
 TECNICO L.S.A.

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

FMC2101-01

Página 1 de 1

L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



UNIDAD DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

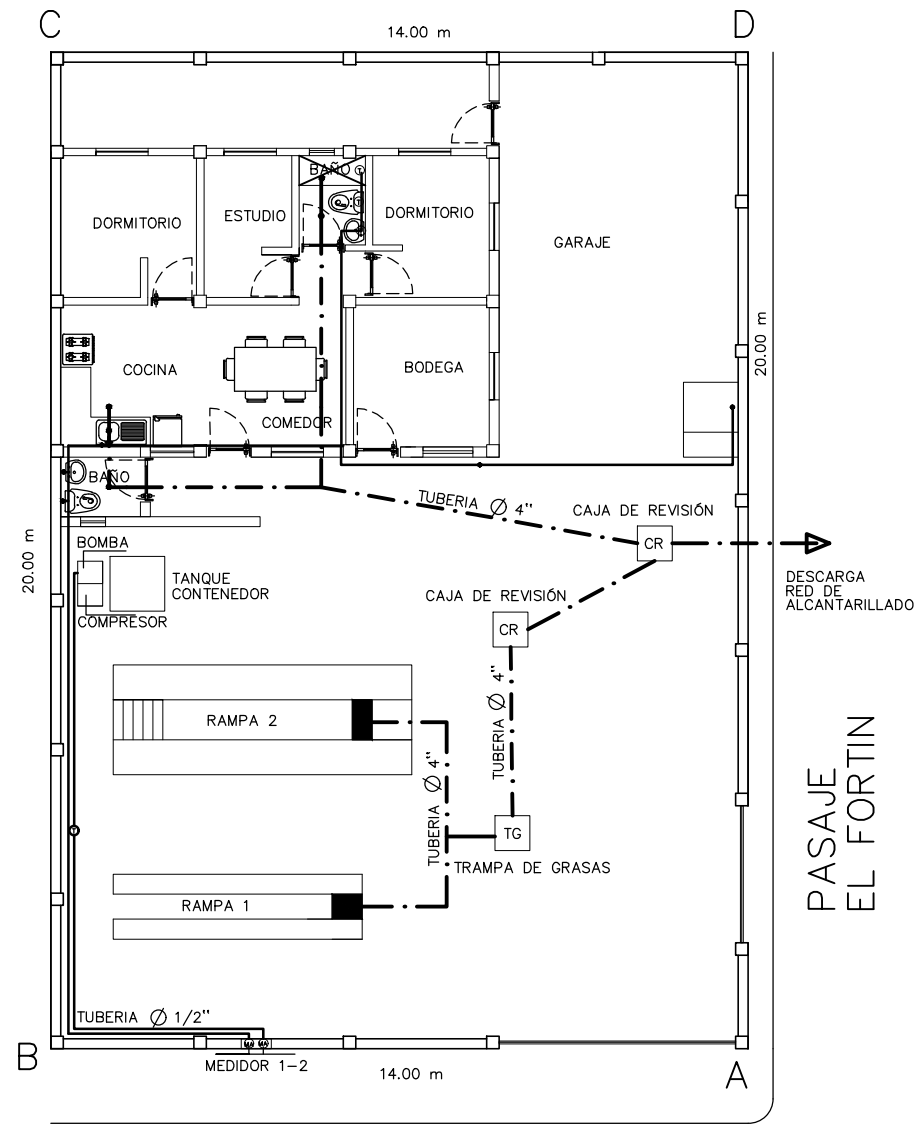
RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL AGUA RESIDUAL PROVENIENTE DE LA INDUSTRIA DE LAVADORA DE AUTOS MONSTER WASH DEL CANTÓN AMBATO

PARÁMETRO DE ACEITES Y GRASAS

| FECHA DE ANÁLISIS | METODO | RESULTADOS | | UNIDADES | OBSERVACIONES |
|-------------------|-----------|---------------|------------------|----------|---------------------------------|
| | | MUESTRA CRUDA | MUESTRA FILTRADA | | |
| 17/08/2017 | EPA-418.1 | 266.67 | 133.32 | mg/l | Agua residual lavadora de autos |
| 28/08/2017 | EPA-418.1 | 200 | 66.67 | mg/l | Agua residual lavadora de autos |
| 07/09/2017 | EPA-418.1 | 173 | 66.67 | mg/l | Agua residual lavadora de autos |
| 18/09/2017 | EPA-418.1 | 0.78 | 0.26 | mg/l | Agua residual lavadora de autos |



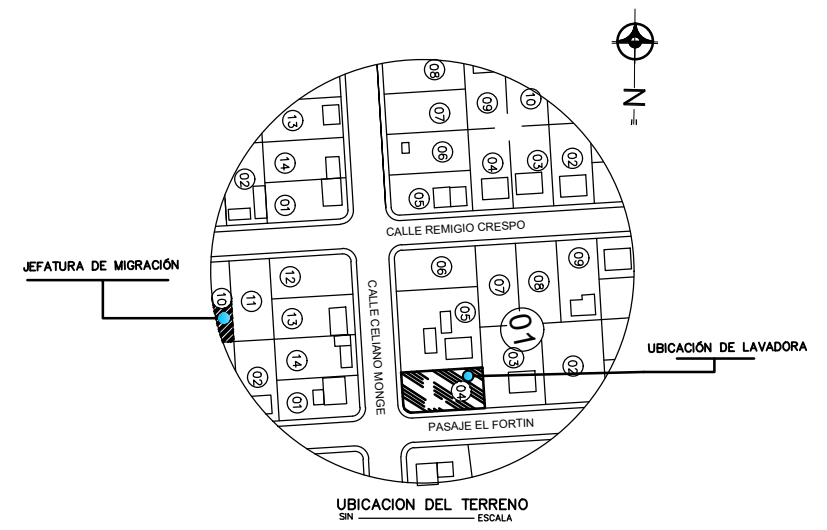
Ayudante de Laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Unidad de Proyectos de Investigación Carrera de Ingeniería Civil
Laboratorio de Química



PASAJE EL FORTIN

CALLE CELIANO MONGE

PLANTA ARQUITECTONICA
 ESCALA: _____ 1:100



| SIMBOLOGIA INSTALACIONES SANITARIAS | |
|--|---------------------------|
| (MA) | MEDIDOR DE AGUA POTABLE |
| — | RED DE AGUA FRIA 1/2" |
| — | RED DE AGUA FRIA 1/2" |
| CR | CAJA DE REVISION |
| TG | CAJA TRAMPA DE GRASAS |
| ● | PUNTO DE AGUAS SERVIDAS |
| T | SUBIDA DE AGUA POTABLE |
| - . - . | RED DESAGUE PLASTIGAMA 4" |

| | | | |
|---|----------------------|---|----------------|
| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | |  | |
| PROYECTO: LAVADORA DE AUTOS MONSTER WASH DEL CANTON AMBATO | |  | |
| CONTIENE: INSTALACIONES SANITARIAS | | | |
| DIBUJO: DANIEL GUAMAN | FECHA: 08/10/2017 | ESCALA: INDICADAS | LAMINA: 1/1 |



FICM -UPICIC -2017



1. REFERENCIAS PARA EL MODELO DE FILTRO

Para el diseño del modelo del medio filtrante se ha tomado como parámetro fundamental el concepto de Tiempo de Retención Hidráulica (TRH) utilizado en el diseño de Filtros Anaerobios de Flujo Ascendente (FAFA) y filtros anaerobios convencionales. Este TRH permitirá representar los fenómenos de remoción de contaminantes en el modelo de manera similar a la que se estaría presentando en la vida real y/o prototipo.

TULSMA

Los valores de TRH recomendado por el TULSMA para el diseño de filtros considera dos casos especiales, el primero cuando se cuenta con características físicas y mecánicas del medio filtrante, y el segundo cuando se considera que el material se encuentra empacado.

- TRH = 0.5 días = 12 horas, cuando se toma en cuenta características del material filtrante, como:
 - Porosidad,
 - Volumen de vacíos,
 - Granulometría, etc.
- TRH = 5.25 horas, cuando el material se encuentra totalmente empacado y se omite las características del material, por la variedad de materiales usados, cada uno con sus respectivas características, se redujo la mayor cantidad de vacíos al momento de la conformación del filtro para hacer uso del presente criterio. (granulometría realizada).

[1]



Ecuación No. 1

$$TRH = \frac{V}{Q} = \frac{35lt}{0.105 lt/min} = 333,33 \text{ min} \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}} = 5,55 \text{ horas} = 0.23 \text{ días}$$

MANUAL DE AGUA POTABLE ALANTARILLADO Y SANEAMIENTO - FAFA

Tabla 1. Criterios de diseño para filtros anaerobios aplicables para el post tratamiento de efluentes de reactores anaerobios

| Parámetro de diseño | Rango de valores como una función del gasto | | |
|---|---|-----------------|------------------|
| | Q promedio | Q máximo diario | Q máximo horario |
| Medio de empaque | Flecha | Flecha | Flecha |
| Altura del medio filtrante (m) | 0.8 a 3.0 | 0.8 a 3.0 | 0.8 a 3.0 |
| Tiempo de residencia hidráulica (horas) | 5 a 10 | 4 a 8 | 3 a 6 |
| Carga hidráulica superficial (m ³ /m ² d) | 6 a 10 | 8 a 12 | 10 a 15 |
| Carga orgánica volumétrica (kg BOD/m ³ d) | 0.15 a 0.50 | 0.15 a 0.50 | 0.15 a 0.50 |
| Carga orgánica en el medio filtrante (kg BOD/m ³ d) | 0.25 a 0.75 | 0.25 a 0.75 | 0.25 a 0.75 |

Fuente: Chemicharo de Lemos, 2007

Se ha elegido el uso de un TRH = FAFA = 5 – 10 horas correspondiente a un gasto promedio.

Por facilidad constructiva se ha asumido un volumen de medio filtrante igual a 35 lt. reduciendo mayor cantidad de vacíos para poder tomar como referencia el valor de TRH de un medio filtrante empacado citada anteriormente.

$$TRH = \frac{V}{Q} = \frac{35}{Q}$$

$$Q = \frac{35}{TRH}$$

TRH = Se ha tomado un valor de la Ecuación 1 de 5,55 horas

Ecuación 2

$$Q = \frac{35lt}{5,55horas} = 6,30 \frac{lt}{h} = 0,105 \text{ lt}/min$$

Se ha considerado valores de TRHs de alrededor de 5 horas, que se encuentran en el rango inferior de los recomendados para simular las condiciones más críticas durante el funcionamiento del filtro y ver cuál es su eficiencia bajo estas condiciones.

TANQUE DE ABASTECIMIENTO – HOMOGENEIZACION

El volumen del tanque de abastecimiento del filtro ha sido dimensionado de tal manera que éste pueda almacenar el volumen y proveer al filtro el caudal calculado en la sección anterior durante 24 horas. Adicionalmente, se prevé un volumen adicional que sirva como factor de seguridad para que el filtro se encuentre siempre en funcionamiento.

TANQUE DE 55 GALONES



Gráfico 1. Tanque de 55 galones

55 galones garantizan un volumen durante las 24 horas del día

$$Q = 0,105 \frac{lt}{min} = \frac{60min}{1 h} = \frac{24 h}{1 día}$$



Caudal en 24 horas:

$$Q = 151.2 \frac{lt}{dia} = \frac{1 gal}{3,78 lt} = 40 \frac{gal}{dia}$$

+ 15 gal para garantizar que alrededor de que 1/3 del tanque este lleno, esto para que no se quede sin agua el filtro y no deje de funcionar.

Ecuación 3

$$V_{tanque} = 40 + 15 = 55 \text{ galones}$$

DIMENSIONES DEL FILTRO

MEDIDAS DEL MEDIO FILTRANTE

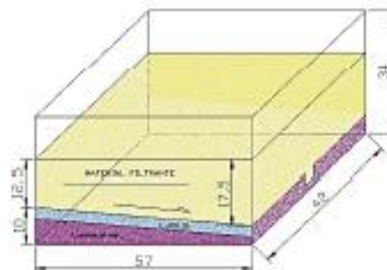


Gráfico 2. Medidas

Asumimos el trapecio lateral donde:

AT= Área Trapecio

VT = Volume trapecio

Base = 57 cm

Lado menor = 12,5cm

Lado mayor= 17,5 cm



$$AT = 57x \frac{(12,5 + 17,5)}{2}$$

Ecuación 4

$$AT = 855 \text{ cm}^2$$

$$VT = 855 \times 42$$

Ecuación 5

$$VT = 35910 \text{ cm}^3 \cong 35.91 \text{ lt}$$

En el filtro debemos mantener un volumen de **35 lt** como un valor mínimo.

Por facilidades constructivas y a la vez porque esta **etapa de proyecto consiste en el análisis del material filtrante** mas no del diseño del filtro se tomó las medidas comerciales de un recipiente plástico "GUARDAMOVIL GRANDE" con dimensiones (57x 42 x34) cm.



Gráfico 3. Guardamovil grande

En cuyo interior está dividido en dos partes:

1. Material filtrante a analizar.

2. Material de soporte utilizado como relleno sin contacto con el material.

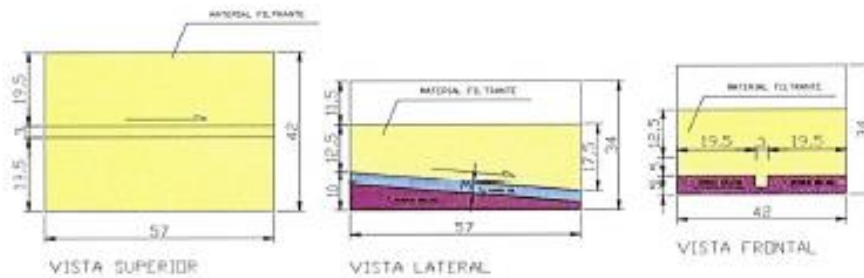


Gráfico 4. Especificaciones

Estas dos capas están divididas por una bandeja de recolección de tol según diseño en el Gráfico 3. Especificaciones que sirve como soporte y sistema de recolección de las aguas tratadas.

Ing. MEng. Lenin Maldonado

DOCENTE - FICM-UTA - Proyecto "Aguas Residuales" UPICIC



BIBLIOGRAFÍA

- [1] Comisión Nacional del Agua , Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, Mexico: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales , 2015.
- [2] "Registro Oficial 387," Norma 387, Noviembre miércoles, 2015.